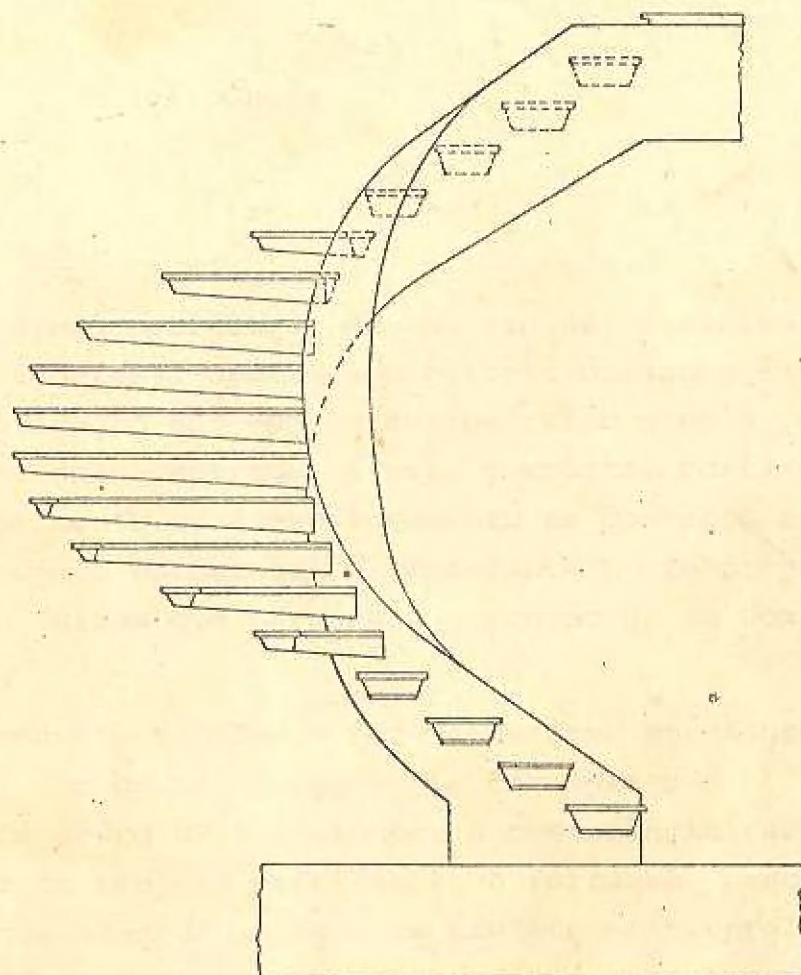


# CONCRETO ARMADO



CADERNO Nº 4: E S C A D A S

Marcello da Cunha Moraes\*

\* Professor da Universidade de Brasília

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA  
DEPARTAMENTO DE PROJETOS  
1978

### Introdução

O projeto estrutural de uma escada, atendido o problema de sua funcionalidade e seu correto balanceamento fica reduzido à aplicação dos conhecimentos referentes a flexão simples, compressão centrada, flexão composta, cortante, torção e principalmente ao dimensionamento em concreto armado. Ao lado do projeto estrutural é importante a elaboração de um projeto de formas que permita a execução de um bom trabalho.

O concreto simples a ser usado deve apresentar boa plasticidade, ser dosado normalmente com agregado graúdo constituído de pedra nº 1 e atender a resistência característica indicada no projeto estrutural. A ferragem normalmente adotada é a que além de atender ao projeto estrutural venha também facilitar os problemas construtivos e os serviços de formas são mais de marcenaria do que propriamente de carpintaria.



# ESCADAS

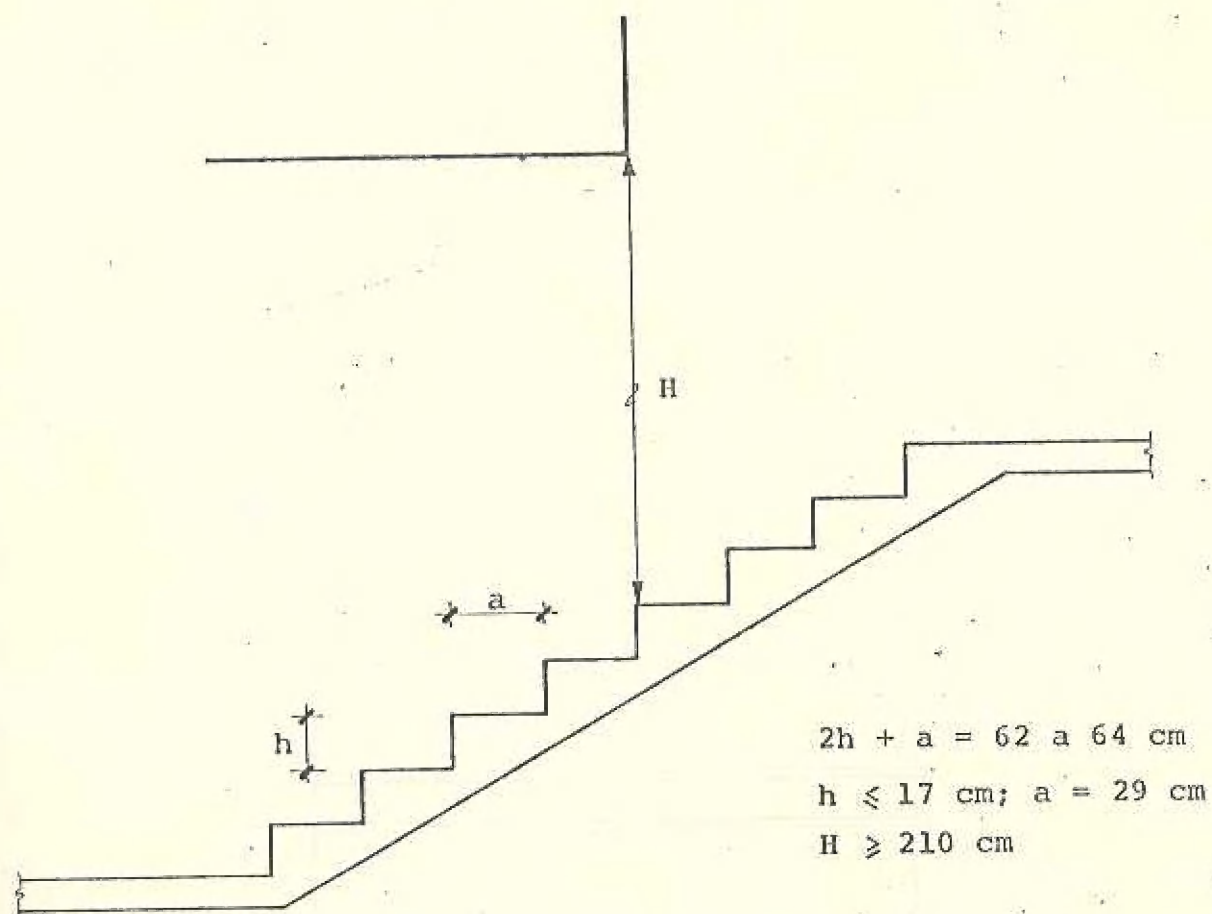


Fig. 1

## 7.1 - Cargas a serem consideradas

- Peso próprio
- Revestimento
- Carga accidental
- Carga de parapeito

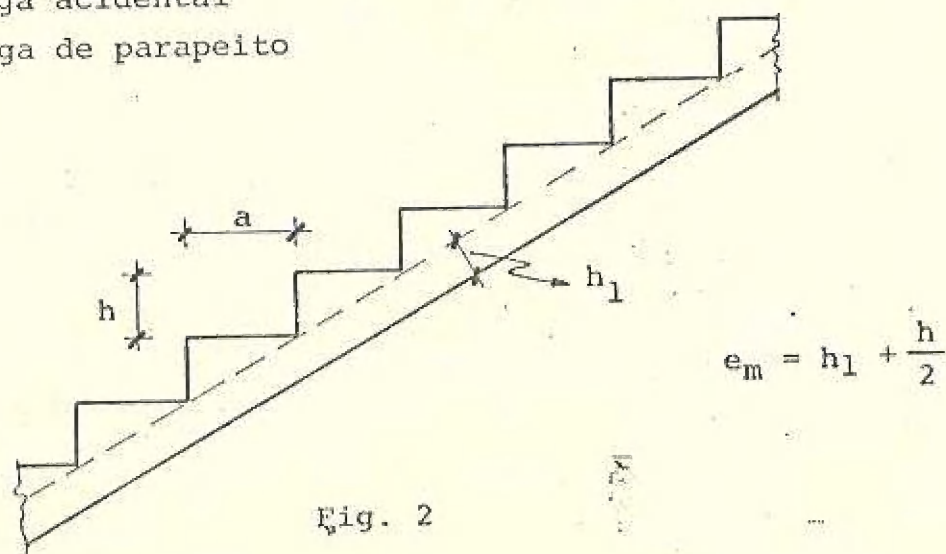


Fig. 2

- Revestimento -  $50 \text{ kg/m}^2$  a  $100 \text{ kg/m}^2$
- Sobre carga -  $\begin{cases} \text{Residências} & - & 200 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Edif. Apart.} & - & 300 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Edif. Públicos} & 400 \text{ kg/m}^2 & \text{ou mais} \end{cases}$
- Parapeito

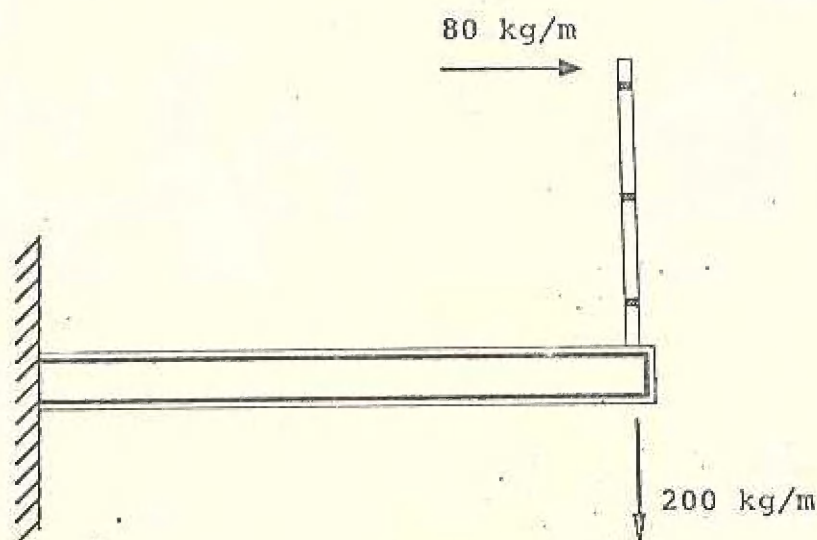
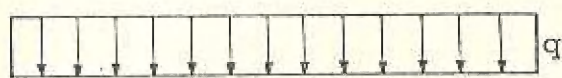


Fig. 3

## 7.2 - CLASSIFICAÇÃO GERAL DAS ESCADAS SEGUNDO O TIPO ESTRUTURAL

- Escada em laje armada longitudinalmente
- Escada em laje armada transversalmente
- Escada em laje armada em balanço com engastamento em viga reta
- Escada em laje armada em cruz
- Escada em viga reta com degraus em balanço
- Escada em coluna com degraus ou lajes em balanço
- Escada em viga curva helicoidal, com degraus em balanço
- Escada em lajes helicoidal
- Escadas especiais

## 7.2.1 - Escada em laje armada longitudinalmente



$$M = \frac{ql^2}{8} \quad M \text{ em kgm/m}$$

ou

$$M = \frac{ql^2}{10} \quad \text{e} \quad X = \frac{ql^2}{40}$$

M e X em kgm/m

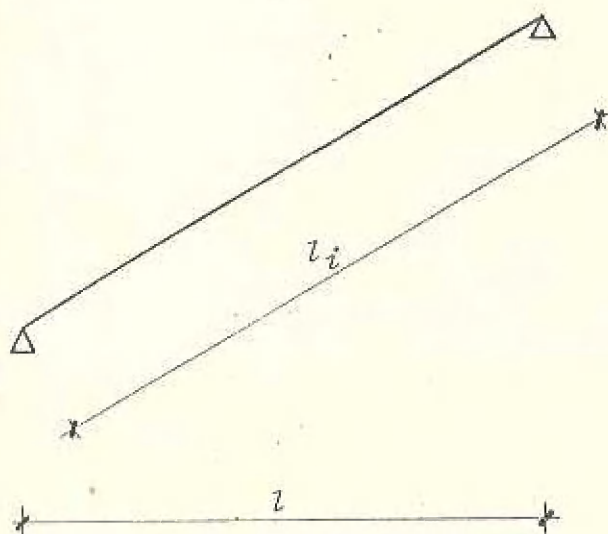


Fig. 4

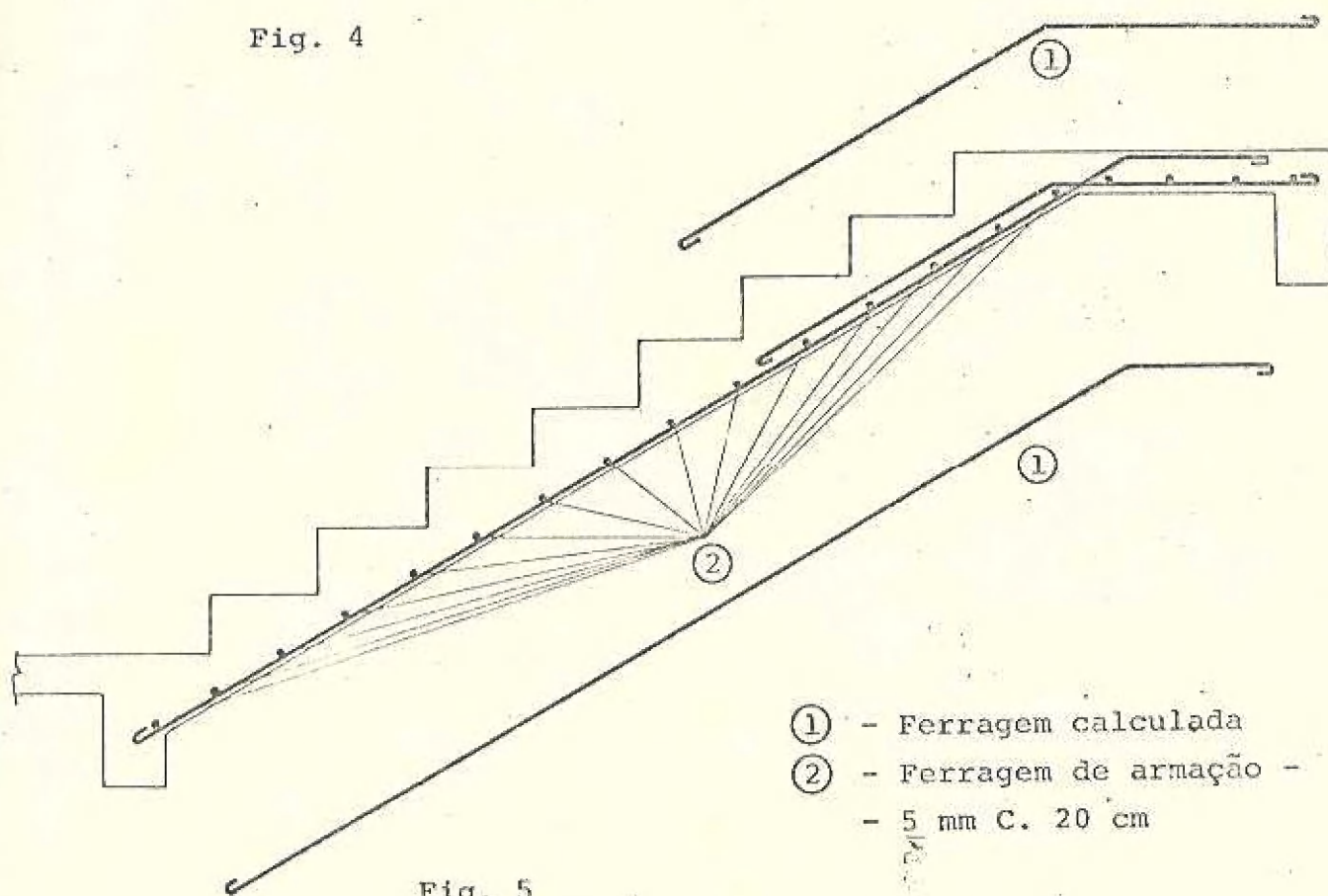
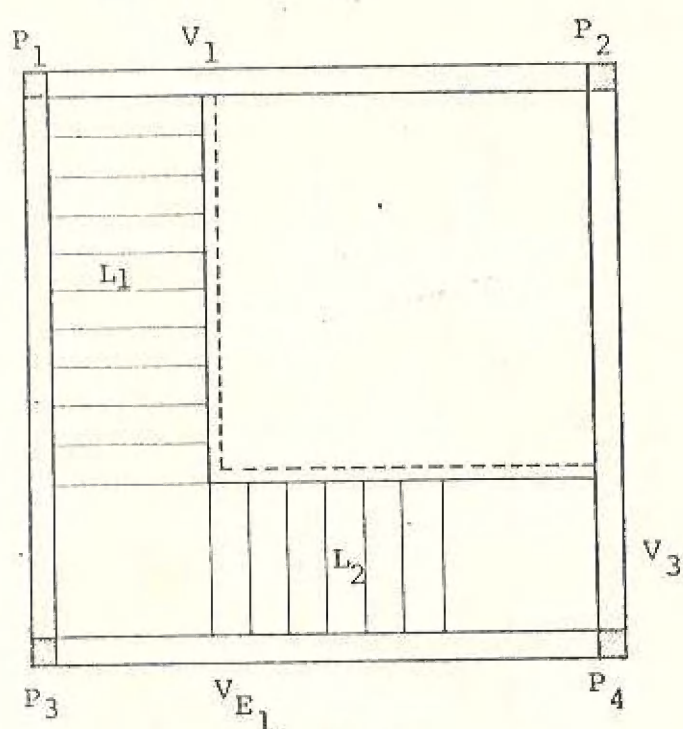


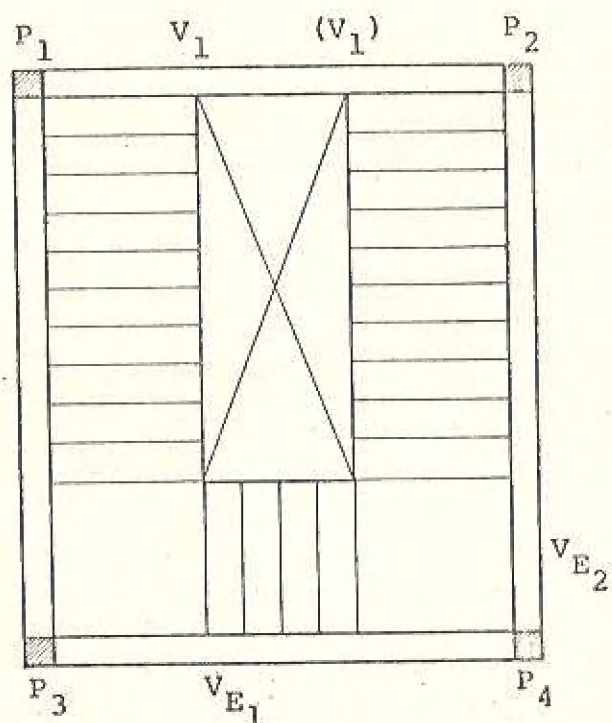
Fig. 5



Escada em L



Escada em U



#### - Escada em L

Nasce na viga baldrame  $V_1$  e apoia na viga intermediária  $V_{E1}$ , o trecho  $L_2$  nasce no trecho  $L_1$  e apoia na  $V_3$  que está no piso do pavimento superior.

A viga em balanço para receber o trecho  $L_1$ .

#### - Escada em U

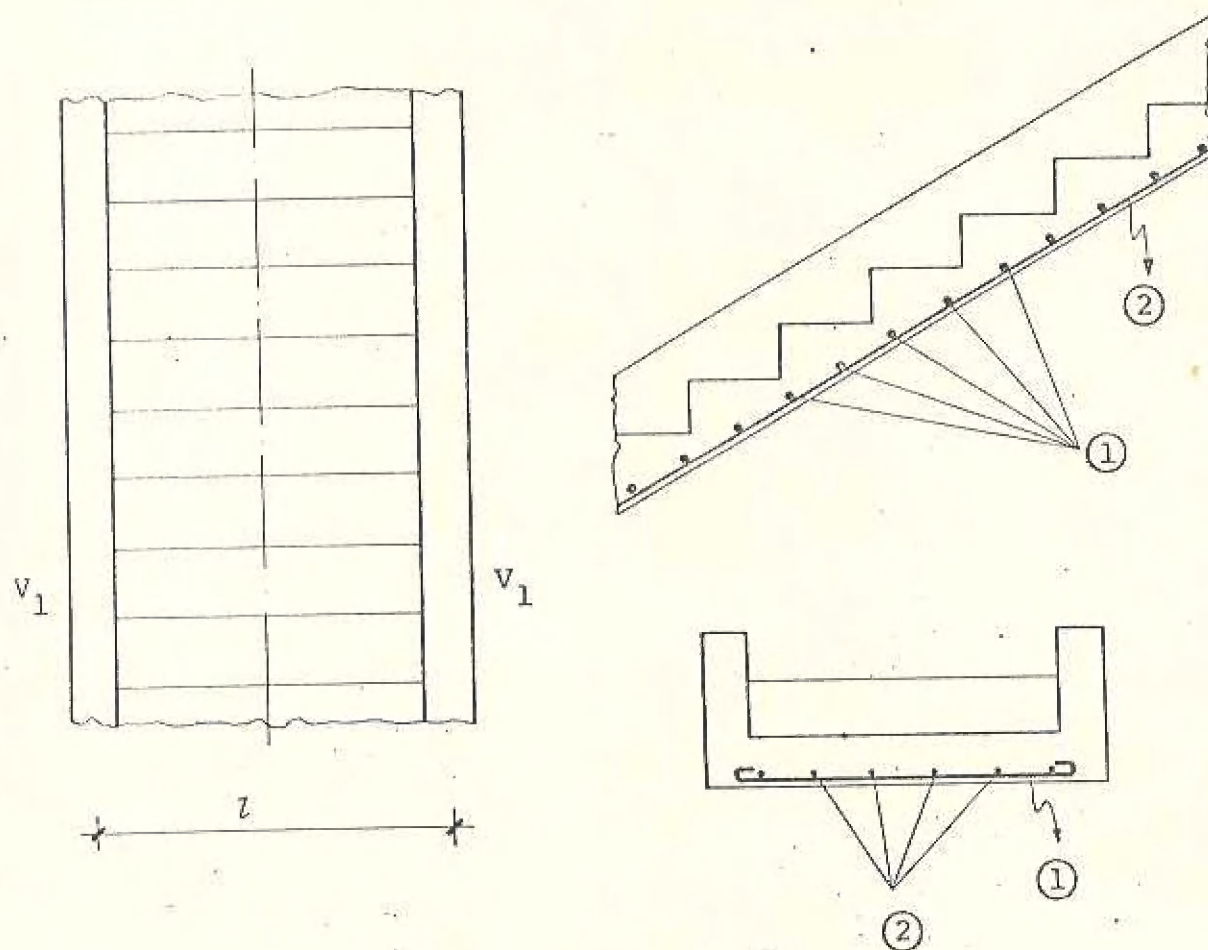
O esquema estrutural é o mesmo usando-se duas vigas intermediárias  $V_{E1}$  e  $V_{E2}$

#### OBS:

É importante que a caixa da escada tenha, sendo possível em seus cantos pilares apropriados.

As vigas  $V_{E1}$  e  $V_{E2}$  poderão acompanhar o desenvolvimento dos trechos de escadas - serão vigas inclinadas recebendo a escada e paredes de vedação.

### 7.2.2 - Escadas em laje armada transversalmente

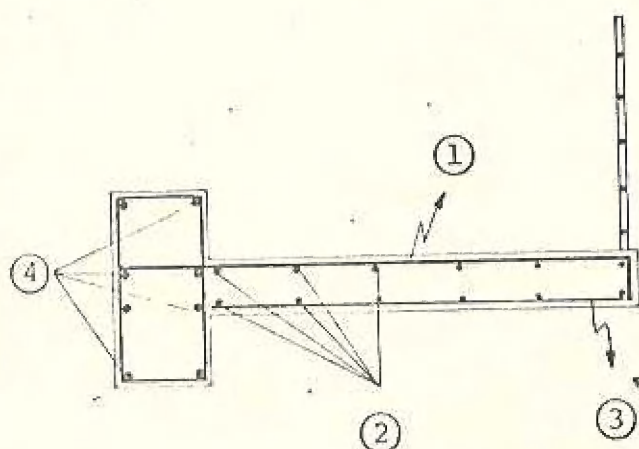


① - Ferragem calculada -  $M = \frac{q \cdot l^2}{8}$

② - Ferragem armação - 5 mm c. 20 cm

As vigas  $V_1$  poderão ser substituídas por paredes

### 7.2.3 - Escadas em laje armada em balanço engastada em viga reta

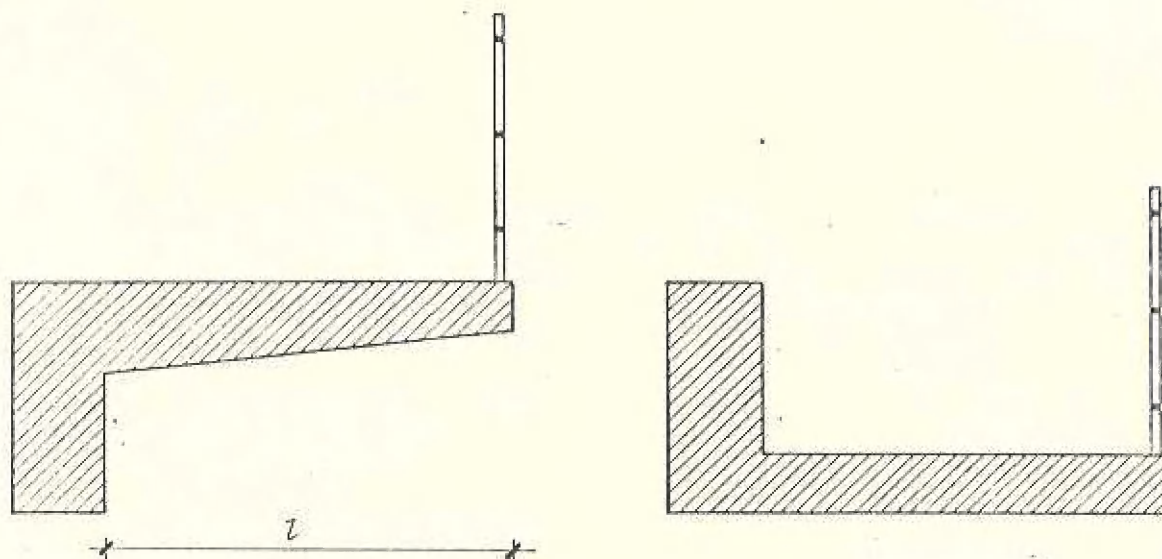


① - Ferragem calculada

② e ③ - Ferragem de armação  
5 mm c. 20 cm

④ - Ferragem calculada



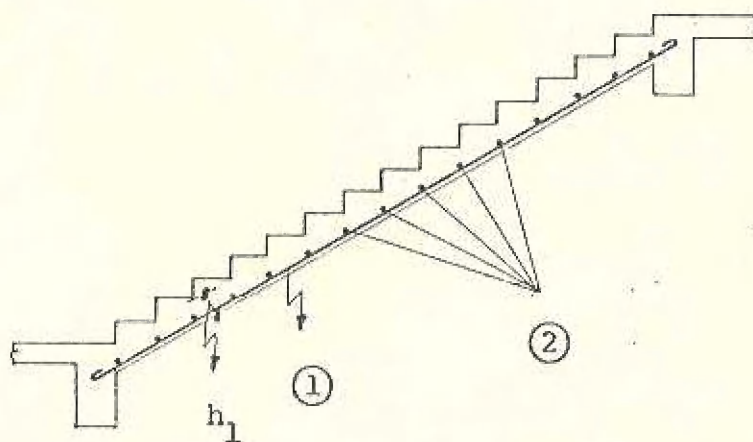
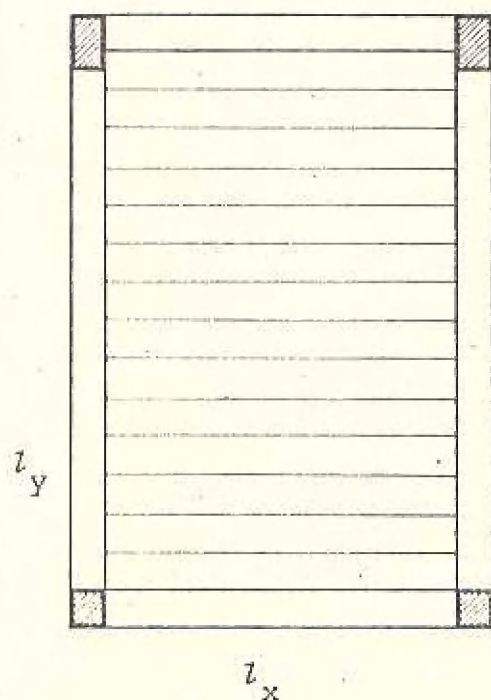


- Viga calculada a torsão

- Laje Flexão Simples -  $M = \frac{ql^2}{8}$

- Obs.: Ao longo da viga é interessante colocar no mínimo 3 Pilares.

#### 7.2.4 - Escadas em laje armada em duas direções

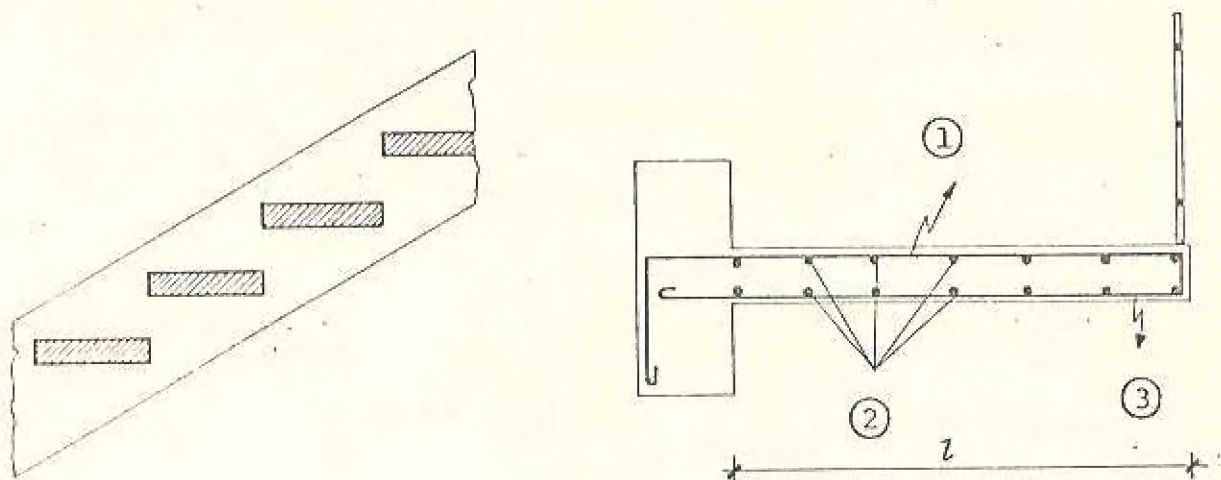


$$M_x = \frac{ql_x^2}{m_x} \quad M_y = \frac{ql_y^2}{m_y}$$

① e ② Ferragens calculadas



### 7.2.5 - Escada em viga reta com degraus em balanço



① - Ferragem calculada

② e ③ - Ferragem de armação  
estribos de 5 mm c. 10 cm

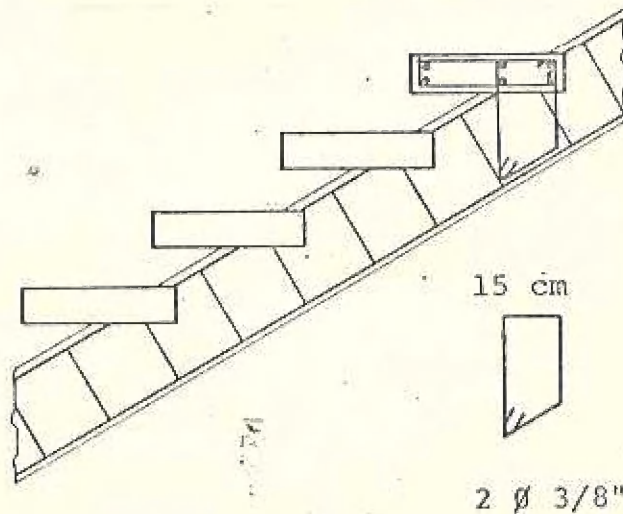
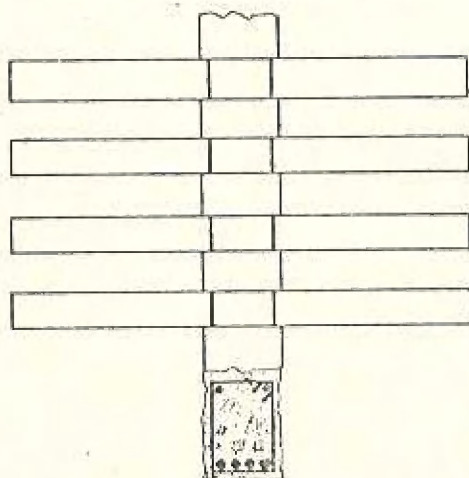
Degrau



$$h_{\min} = 6 \text{ cm}$$

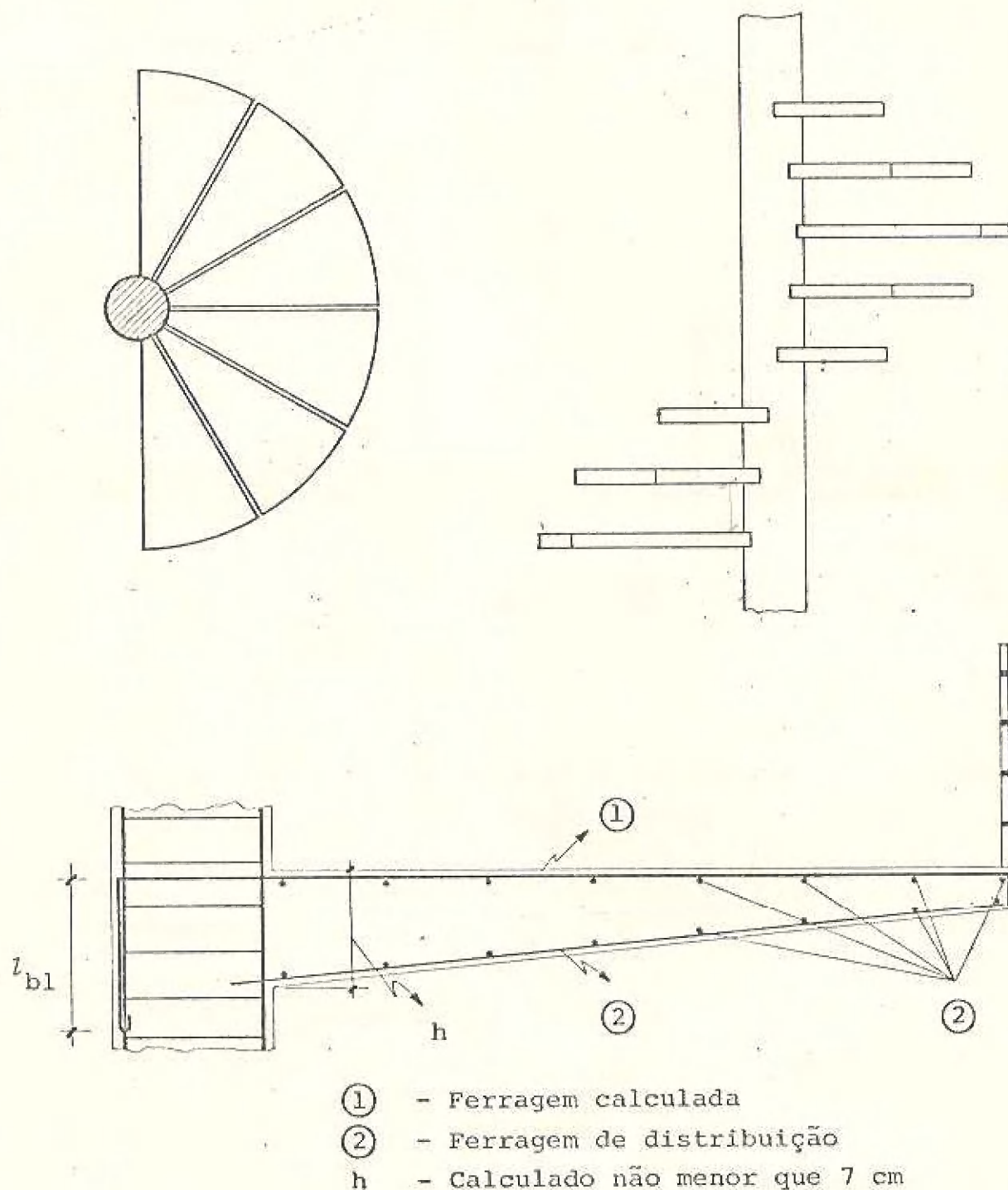
$$M = \frac{q l^2}{2}$$

$$M = 300 \text{ kg} \cdot l$$



### 7.2.6 - Escada em coluna com degraus ou laje em balanço

São usadas geralmente em lojas, possibilitando grande economia de espaço, constituída de degraus isolados, engastados na coluna, com subida em hélice.



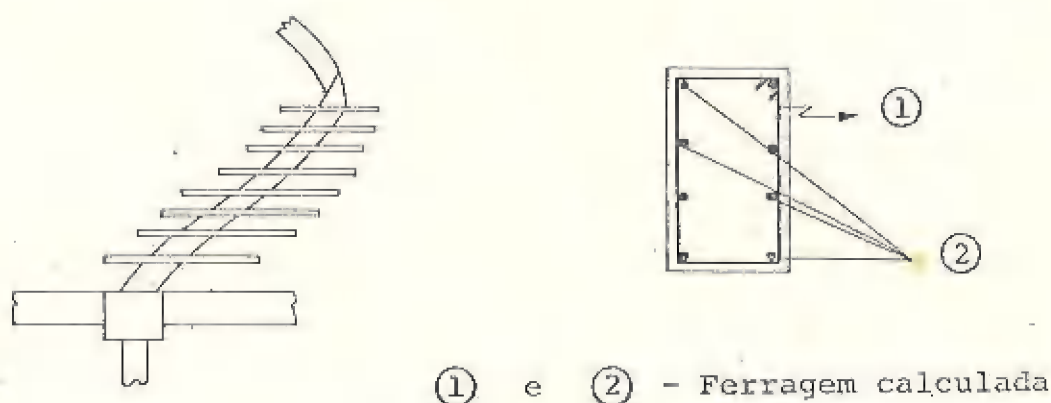
Coluna calculada a flexão composta podendo ser construída com seção circular vazada.



### 7.2.7 - Escadas em viga curva helicoidal com degraus em balanço

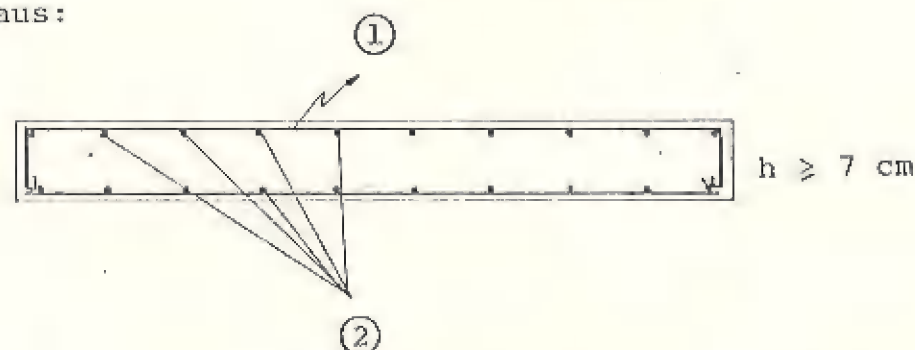
Trata-se de uma viga curva helicoidal de raio constante com extremidades engastadas. Os degraus engastam-se na viga e poderão ser centrados ou não.

A viga estará sendo solicitada por flettores, torsões e cortantes. A viga curva espacial poderá ser assimilada como viga balcão correspondente em projeção horizontal (método aproximado).



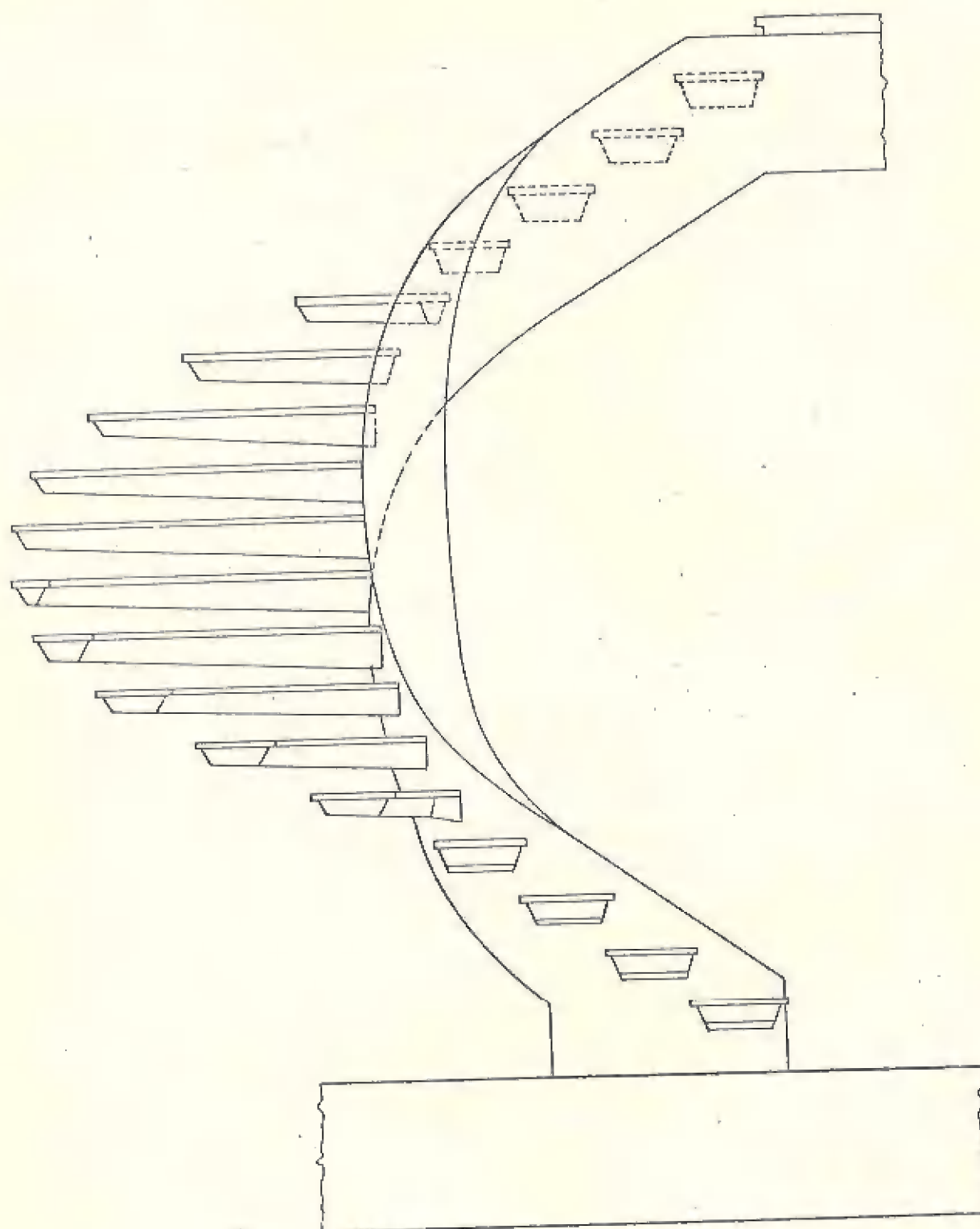
Os degraus estão em balanço e são calculados normalmente, mantendo a espessura mínima de 7 cm.

Degraus:



- ① - Ferragem calculada
- ② - Ferragem de armação

## 7.2.8 - Escadas em viga helicoidal



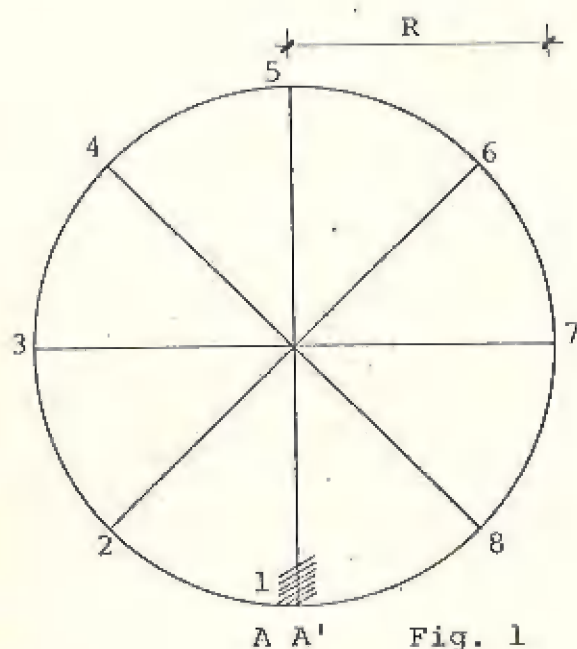


7.2.9 - Escada em viga curva helicoidal com degraus em balanço

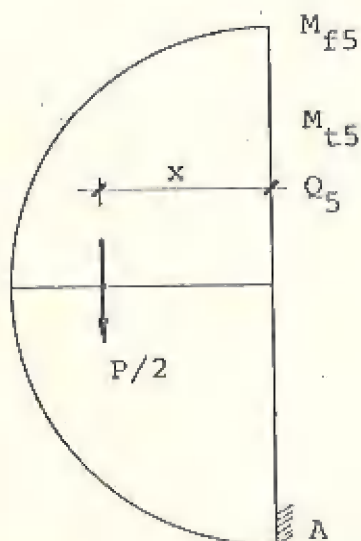
1 - Escada circular com uma volta

Seja "q" a carga total por metro linear de comprimento de viga

Peso total da viga:  $P = 2 \cdot \pi R q$



- Os momentos fletores, torsores e cortantes poderão ser obtidos com o seguinte expediente:



$$x = 0,636 R$$

$$\text{Exemplo: } M_{f5} - \frac{P}{2} \cdot 0,636 R = 0$$

$$M_{f5} = 0,318 P$$

Na mesma linha de raciocínio poderemos escrever:

Fig. 2

Ponto 1 :  $M_f = 0$

$M_t = 0,5 \text{ PR}$

$V = 0,5 \text{ P}$

Ponto 3 :  $M_f = 0,16 \text{ PR}$

$M_t = 0,41 \text{ PR}$

$V = 0,25 \text{ P}$

Ponto 2 :  $M_f = 0,047 \text{ PR}$

$M_t = 0,488 \text{ PR}$

$V = 0,375 \text{ P}$

Ponto 4 :  $M_f = 0,271 \text{ PR}$

$M_t = 0,240 \text{ PR}$

$V = 0,125 \text{ P}$

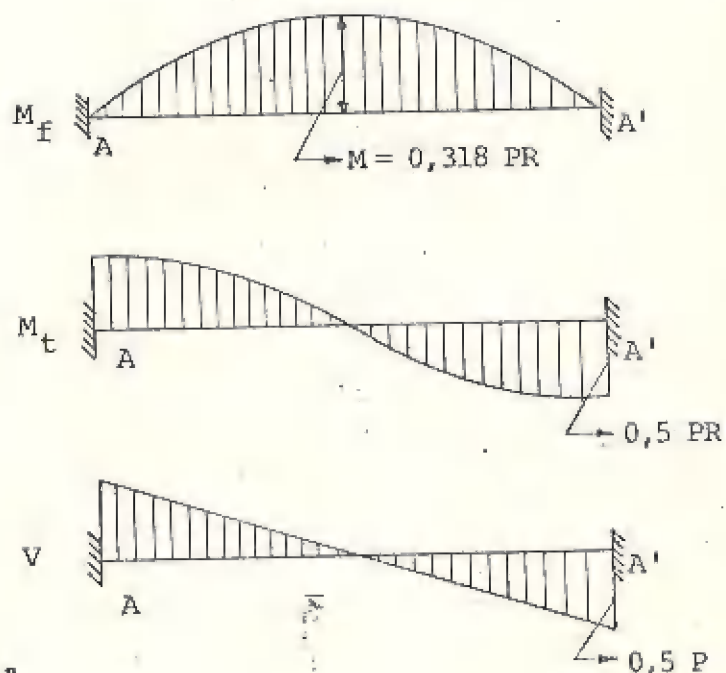
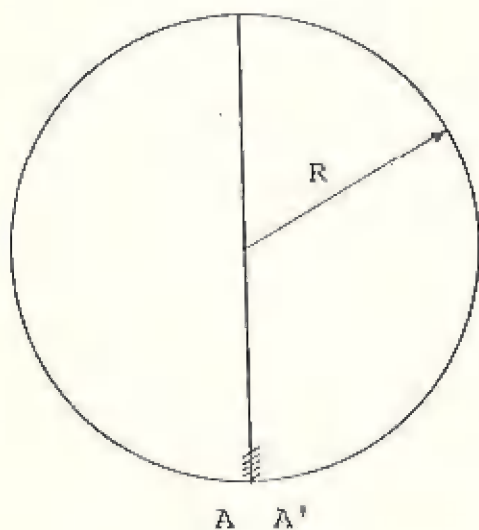
Ponto 5 :  $M_f = 0,318 \text{ PR}$

$M_t = 0,000$

$V = 0,000$

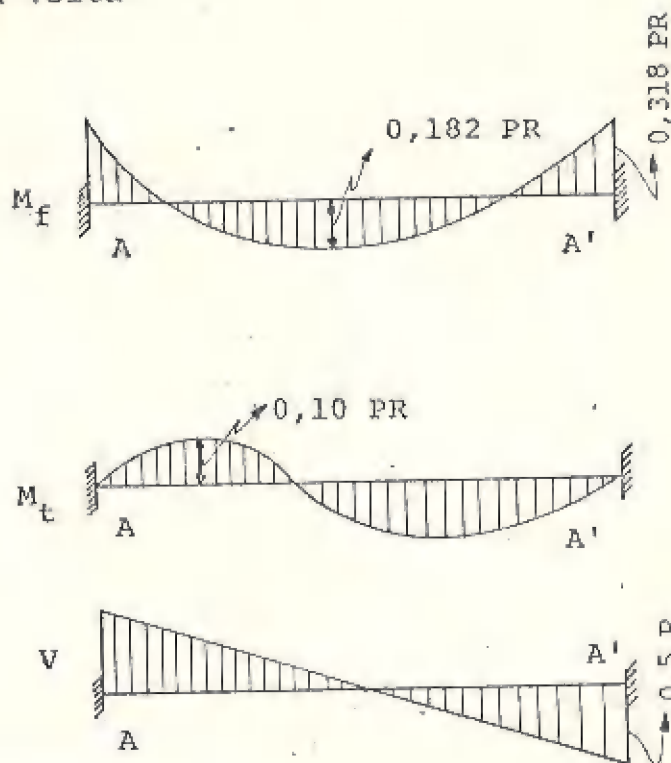
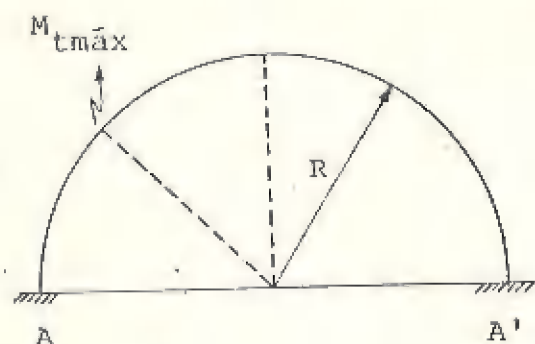
Retificando-se em projeção horizontal poderemos confeccionar os seguintes diagramas:

- Escada circular com uma volta

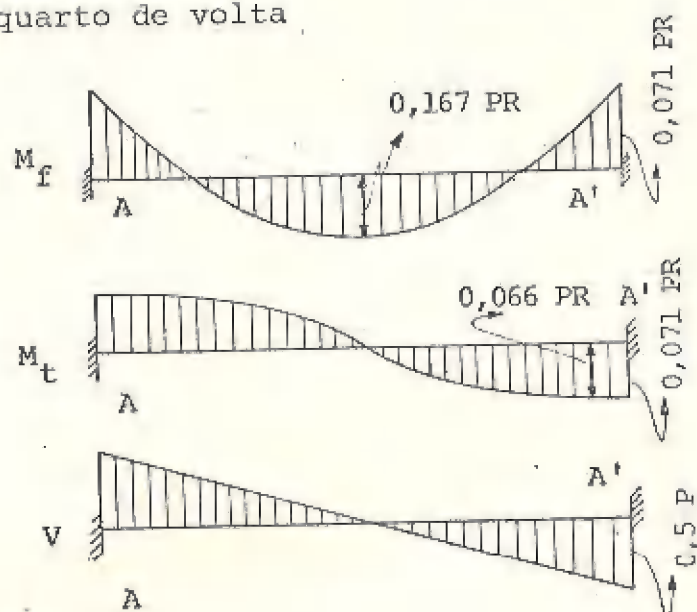
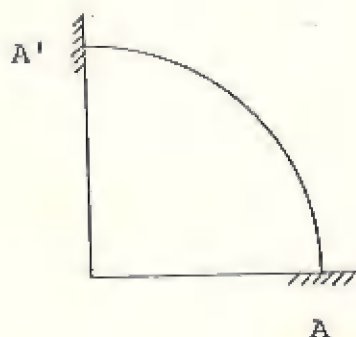




- Escada circular com meia volta



- Escada circular com um quarto de volta

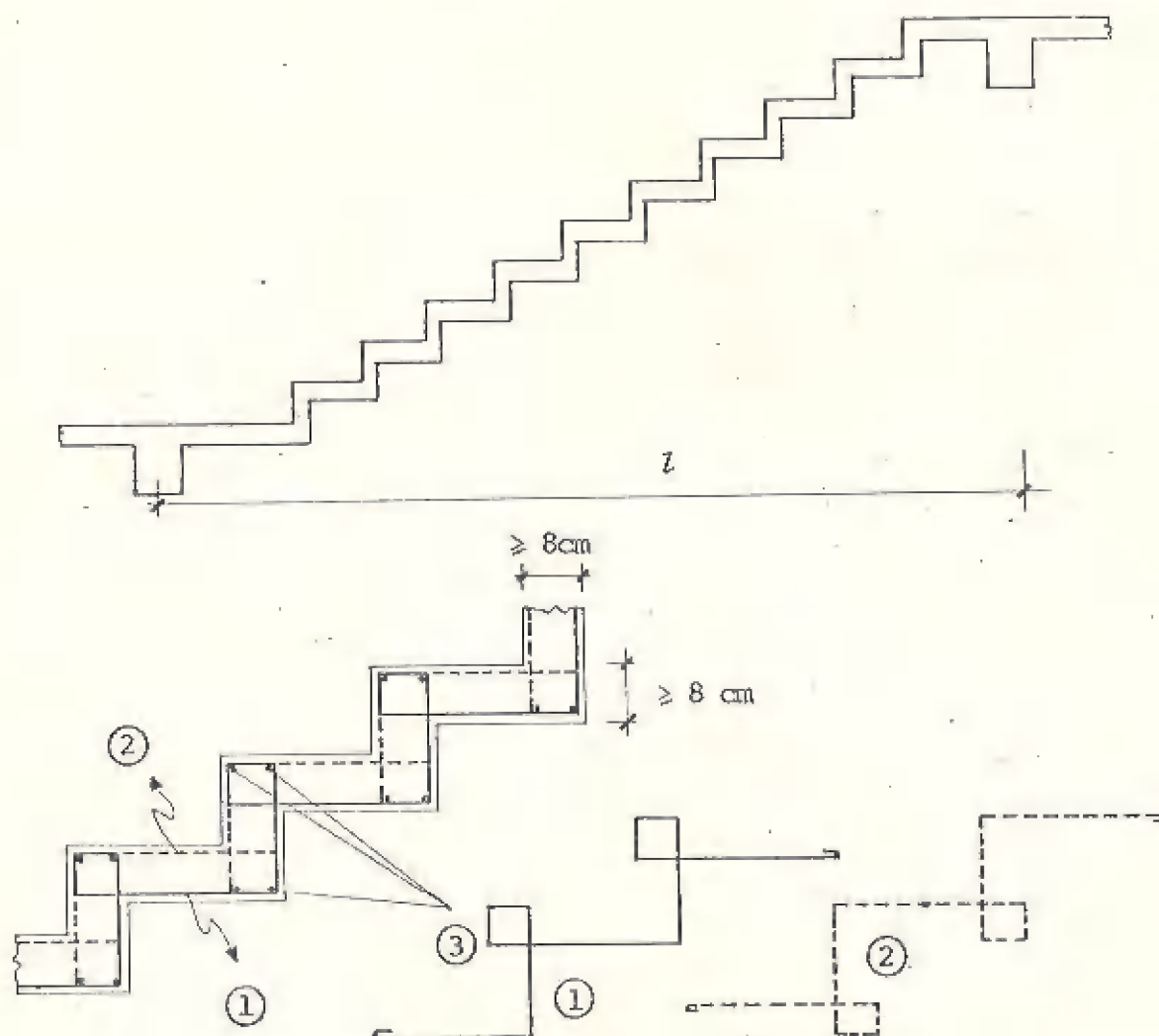


- Determinados os esforços solicitantes serão dimensionadas as peças pelos processos normais.
- Para o caso em que os degraus engastam por uma extremidade na viga, o momento de engastamento dos degraus transformam-se em torsores na viga e seus efeitos serão acrescidos aos valores dos torsores calculado.

7.2.10 - Escadas com degraus engastados um a um (sem vigas ou laje lateral)

Quando não é possível viga lateral (arquitetura), a escada é calculada como uma laje armada numa direção (longitudinal).

Os espelhos são calculados engastados nos pisos.



- ① - Armadura principal - calculada
- ② - Armadura secundária - calculada
- ③ - Armadura de distribuição -  $\varnothing 4.2\text{ mm}$

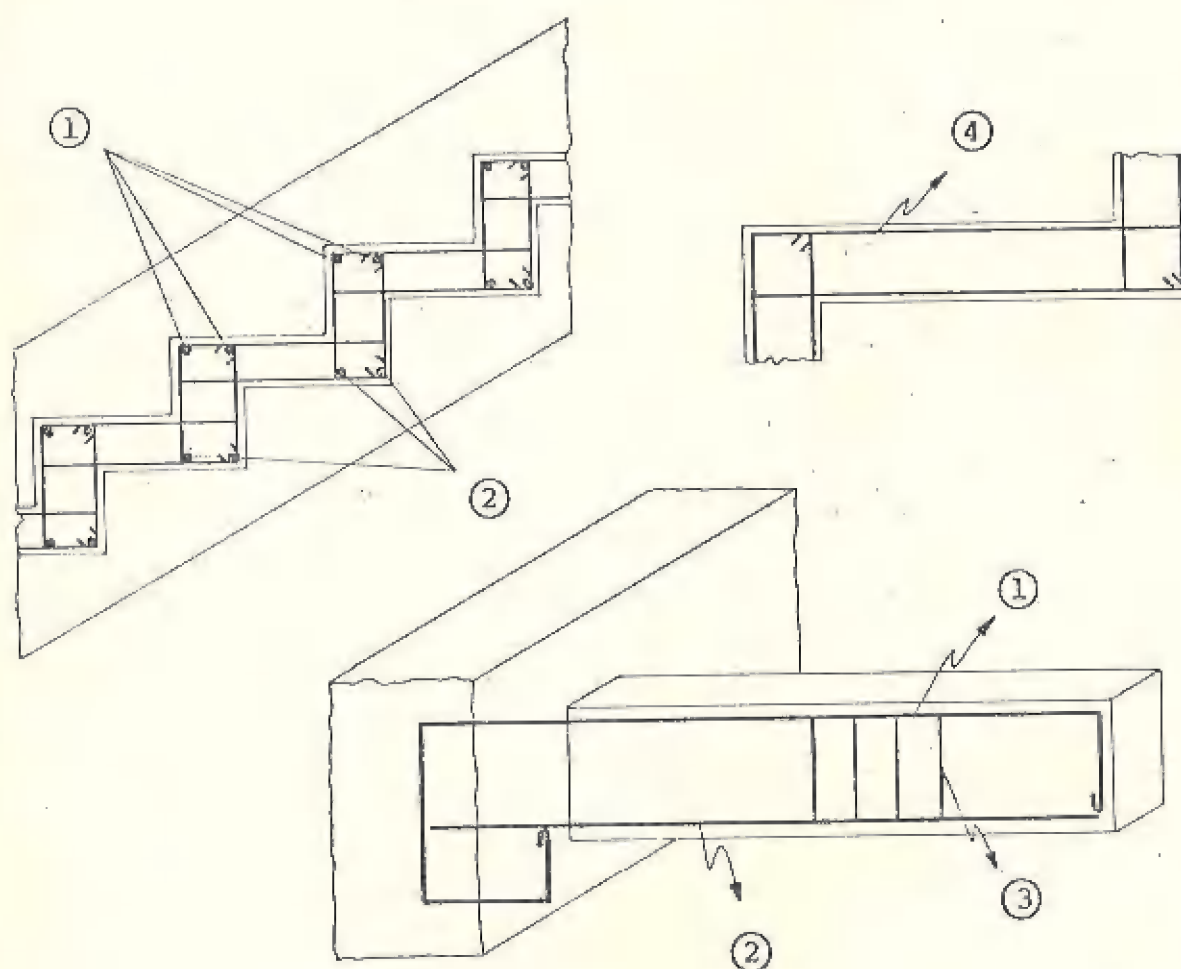
$$M = \frac{ql^2}{8}$$



### 7.2.11 - Escadas com degraus engastados nos pisos com uma ou duas vigas laterais

#### 1 - Caso de uma ou duas vigas laterais

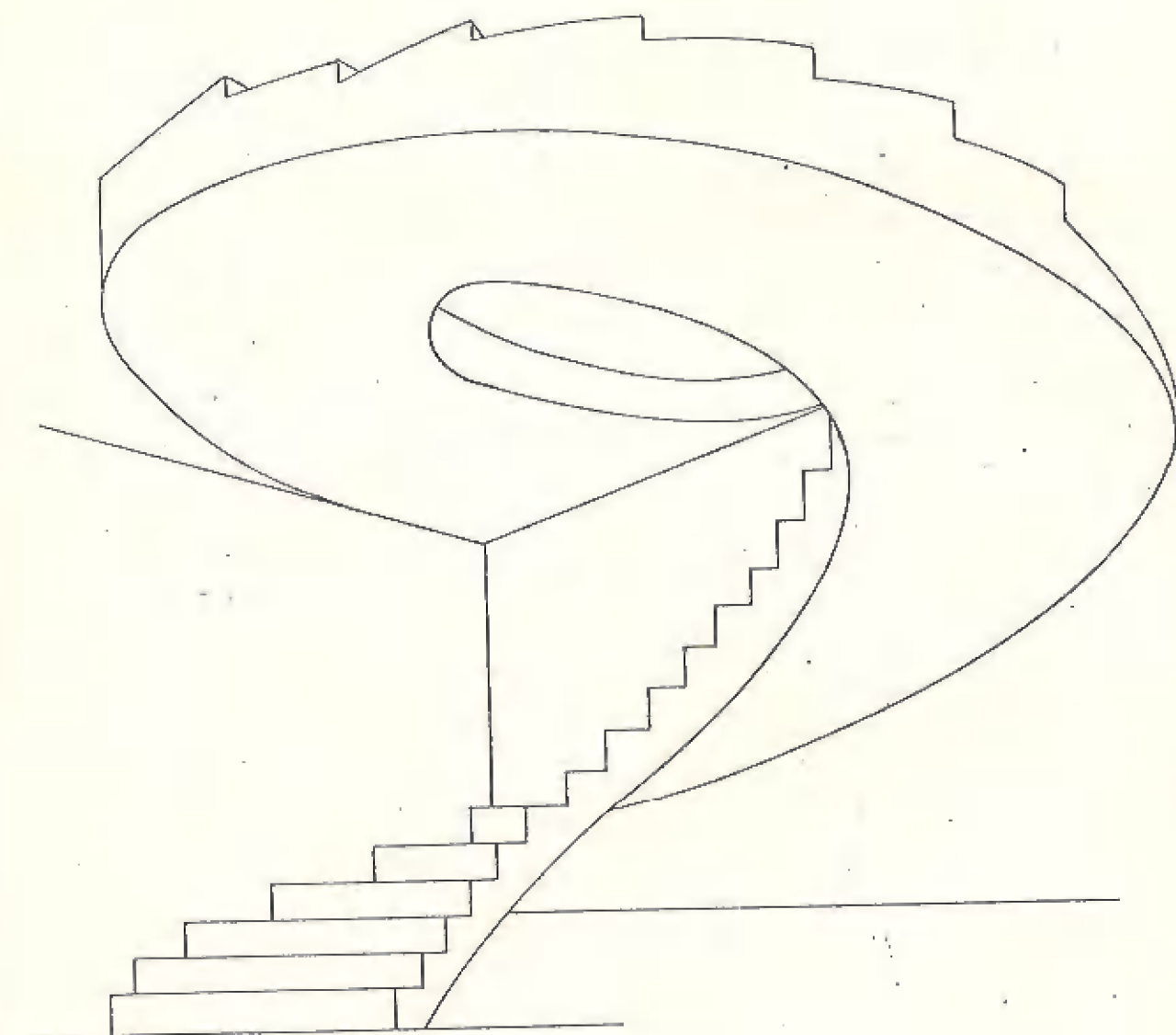
- Os degraus são calculados como consolos (uma viga) ou como vigas simplesmente apoiadas (duas vigas)
- Os pisos são calculados como lajes armadas em uma direção
- A viga calculada a torção (uma viga) ou flexão (duas vigas)



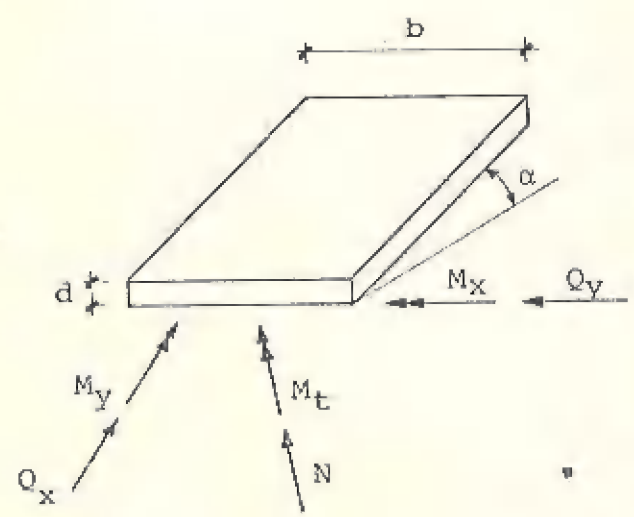
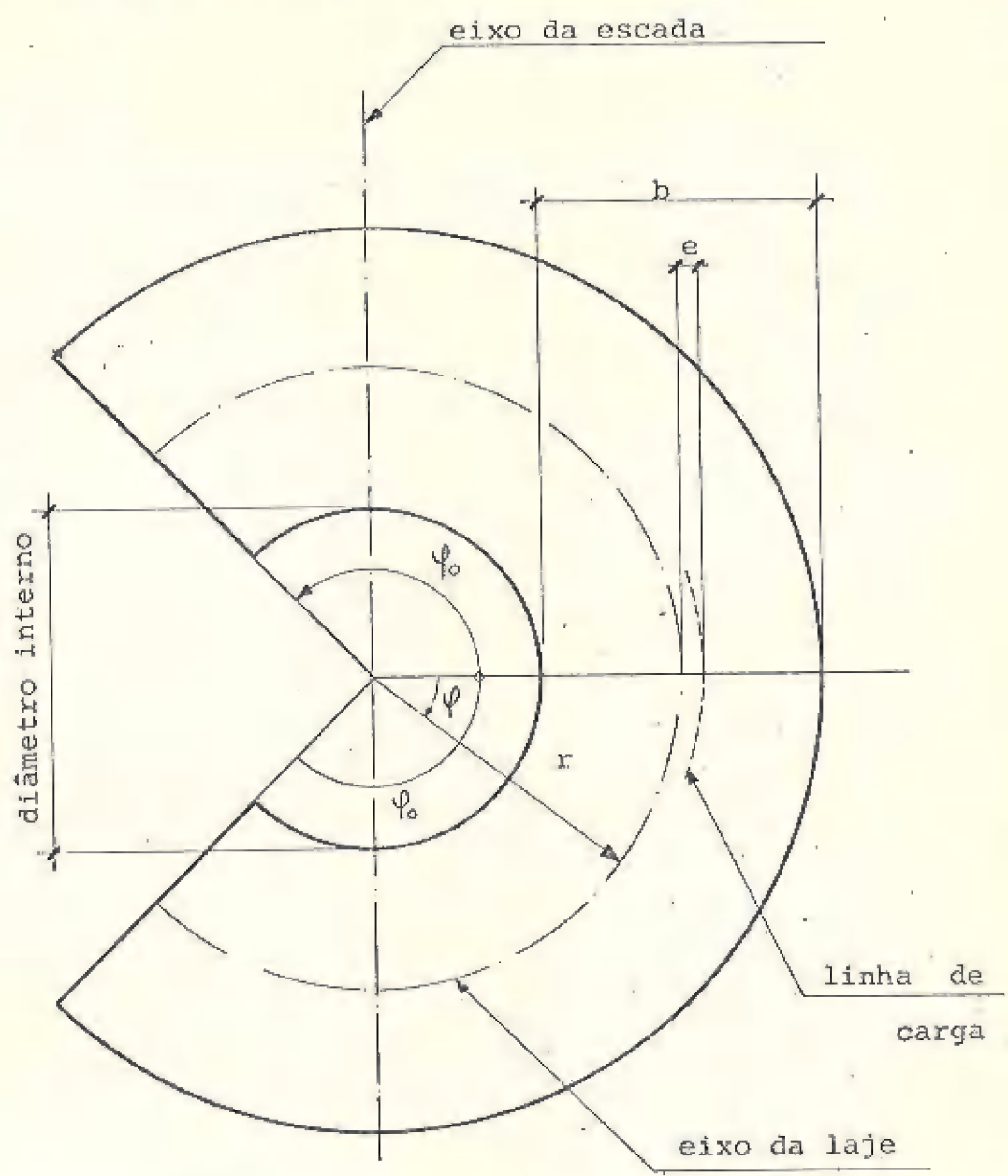
- ① - Armadura principal do degrau (uma viga) ou secundária (duas vigas)
- ② - Armadura principal do degrau (duas vigas) ou secundária (uma viga)
- ③ - Estribos  $\varnothing$  4.2 mm cada 10 cm, podendo ser calculada
- ④ - Armadura do piso - normalmente constituída por estribos.

OBS: Este tipo de estrutura, com duas vigas laterais, representa solução econômica para o cálculo de arquibancadas.

## 7.2.12 - Escada em laje helicoidal



- Escada em laje helicoidal



$$e = \frac{b^2}{12r} = \text{constante}$$



Exemplo: Escada em laje helicoidal

Para -  $2\psi = 180^\circ$  (abertura),  $q = 1.000 \text{ kg/m}$

$b = 1,50 \text{ m}$      $h = 0,20 \text{ m}$      $r = 2,50 \text{ m}$

pé direito -  $3,00 \text{ m}$     CA -  $50 \text{ A}$

Emprego tabela 2

Valores auxiliares

$$\text{tga} = \text{passo}/2 \pi r = \frac{2 \times 3}{2 \pi \times 2,5} = 0,381 \rightarrow 0,4$$

$$a = \frac{h^2}{b^2} = \frac{J_x}{J_y} = \frac{0,2 \times 0,2}{1,5 \times 1,5} = 0,018 \rightarrow 0,02$$

Esforços solicitantes

$$\psi = \frac{\pi}{2} \text{ (pé)}$$

$$N = K_1 q r = 1,848 \times 1.000 \times 2,5 = 4.620 \text{ kg}$$

$$Q_x = K_2 q r = 0,952 \times 1.000 \times 2,5 = 2.380 \text{ kg}$$

$$Q_y = 0$$

$$M_t = K_3 q r^2 = 0,03 \times 1.000 \times 2,5^2 = - 187,50 \text{ kgm}$$

$$M_x = K_4 q r^2 = 0,204 \times 1.000 \times 2,5^2 = - 1.275,00 \text{ kgm}$$

$$M_y = K_5 q r^2 = 1,455 \times 1.000 \times 2,5^2 = - 9.093,75 \text{ kgm}$$

$$\psi = 0 \quad (\text{centro})$$

$$N = 0$$

$$Q_x = 0$$

$$Q_y = k_6 q r = -1,363 \times 1.000 \times 2,5 = -3407 \text{ kg}$$

$$M_t = 0$$

$$M_x = k_7 q r^2 = -0,002 \times 1.000 \times 2,5^2 = -12,5 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 0$$

$$\psi = \frac{\pi}{2} \quad (\text{topo})$$

$$N = -k_1 q r = -1,848 \times 1.000 \times 2,5 = -4.620 \text{ kg}$$

$$Q_x = -k_2 q r = -0,952 \times 1.000 \times 2,5 = -2.380 \text{ kg}$$

$$Q_y = 0$$

$$M_t = -k_3 q r^2 = -0,03 \times 1.000 \times 2,5^2 = +187,50 \text{ kg.m}$$

$$M_x = k_4 q r^2 = -0,204 \times 1.000 \times 2,5^2 = -1.275,00 \text{ kg.m}$$

$$M_y = -k_5 q r^2 = -1,455 \times 1.000 \times 2,5^2 = +9.093,75 \text{ kg.m}$$

### RESUMO

	N (kg)	$Q_x$ (kg)	$Q_y$ (kg)	$M_t$ (kg.m)	$M_x$ (kg.m)	$M_y$ (kg.m)
Pé	4.620	2.380	0	- 187,50	- 1.275	- 9.093,75
Centro	0	0	- 3.407	0	- 12,5	0
Topo	- 4.620	- 2.380	0	+ 187,50	- 1.275	+ 9.093,75

- Colocação de ferragem

Para o esforço  $N$   $N = \pm 4.620 \text{ kg}$

$$f \text{ (tensão no concreto)} = \frac{N}{bd} = \frac{4.620}{150 \times 20} = \pm 1,54 \text{ kg/cm}^2$$

- Para os esforços  $Q_x$  e  $Q_y$

$$Q_x = \pm 2.380 \text{ kg} \quad Q_y = - 3.407 \text{ kg} \quad f = I$$

- Para o torsor:  $M_t = \pm 187,50 \text{ kg.m} = \pm 1.875,00 \text{ kg.cm}$

$$\tau_o = \psi \frac{M_t}{b^2 d} \quad \text{sendo} \quad \begin{array}{c} d \\ \text{b} \end{array} \quad \begin{array}{c} b \\ d \end{array}$$

$$\psi = 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{d}{b}} = 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{150}{20}} = 3,33$$

$$\tau_o = 3,33 \times \frac{18.750}{20 \times 20 \times 150} = 1,04 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_e = \frac{1,4 T (b_l + h_l)}{b_l h_l f_{yd}} = \frac{1,4 \times 18.750 (145 + 15)}{145 \times 15 \times 4.000} = 0,482 \text{ cm}^2$$

$$S_e = \frac{140 T}{2 f_{yd} b_l h_l} = \frac{140 \times 18.750}{2 \times 4.000 \times 145 \times 15} = 0,15 \text{ cm}^2$$

- Para  $M_x = - 1.275 \text{ kg.m}$  (tração no bordo superior da laje)

$$A_s = \frac{M_x}{z f_{yd}} = \frac{1.275 \times 1,40}{0,87 \times 0,18 \times 4.000} = 2,85 \text{ cm}^2 \quad 9 \text{ } \varnothing 1/4 \text{ CA-50}$$

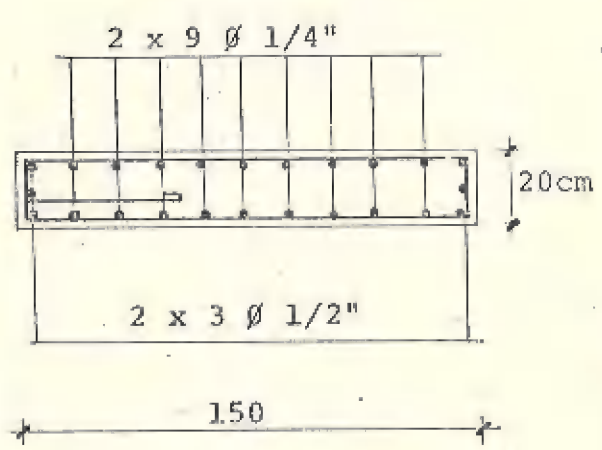
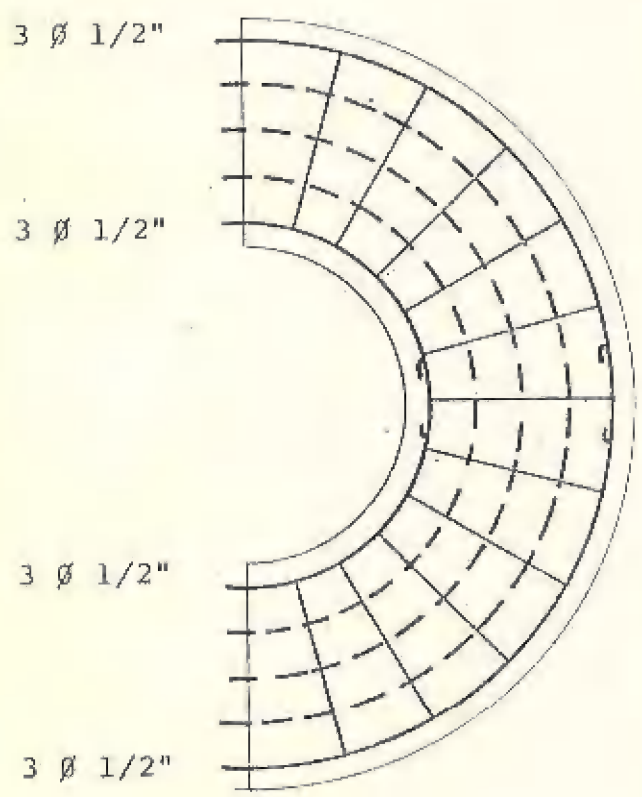
- Para  $M_y = \pm 9093,75 \text{ kg.m}$  (tração no bordo interior na metade superior da escada e tração no bordo exterior na parte inferior da escada.)



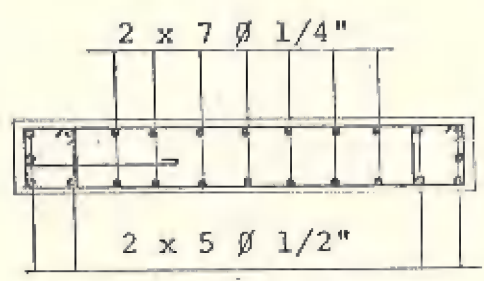
$$A_s = \frac{M_y}{z f_{yd}} = \frac{9.093,75 \times 1,4}{0,87 \times 1,50 \times 4.000} = 2,44 \text{ cm}^2 \text{ ou } 2 \text{ } \phi \text{ } 1/2$$

No caso achamos conveniente adotar coeficiente de segurança igual a 1,5. isto é,  $A_s = 2,44 \times 1,5 = 3,66 \text{ cm}^2$  ou 3  $\phi$  1/2 CA-50.

- Os estribos devem ser ancorados de modo a impedir que a armadura tracionada no bordo interior com tendência a se retificar (sem encontrar massa de concreto) se destaque do concreto.



Estribos - 5mm c.20cm



Preferível



$\phi$  5.0mm c. 20 cm

TABELA 1

## ESFORÇOS SOLICITANTES EM PEÇAS HELICOIDAIS M-ENGASTADAS COM ABERTURA DE 90°

FÓRMULAS				REGRAS DE SIGNAIS					
$\alpha$	= passo/2 $\pi r$			Esforços positivos quando					
$\beta$	= $J_2/J_1 = d_2^4/d_1^4$			N	Comprimento				
$K_0$	= $K_1 = Q_2 \cos \alpha + N \sin \alpha$ (Reações)			$Q_x$	Para eixo				
d	= espessura da peça			$Q_y$	Para o centro (radial)				
b	= largura da peça			$M_z$	Giro no mesmo sentido do passo				
r	= raio do eixo da peça			$M_x$	Tensão bordo inferior				
q	= carga por meio linear			$M_y$	Tensão bordo interno				
ESFORÇOS SOLICITANTES PARA									
$\varphi = \pi/4$ (Pé)			$\varphi = \text{zero}$ (centro)			$\varphi = -\pi/4$ (Tubo)			
N	= $K_1$	qr	N	= zero		N	= $-K_1$	qr	
$Q_x$	= $K_2$	"	$Q_x$	= "		$Q_x$	= $-K_2$	"	
$Q_y$	= $K_3$	"	$Q_y$	= $K_7 = q \cdot r$		$Q_y$	= $-K_3$	"	
$M_z$	= $K_4$	qr <sup>2</sup>	$M_z$	= zero		$M_z$	= $-K_4$	qr <sup>2</sup>	
$M_x$	= $K_5$	"	$M_x$	= $K_8$ qr <sup>2</sup>		$M_x$	= $-K_5$	"	
$M_y$	= $K_6$	"	$M_y$	= zero		$M_y$	= $-K_6$	"	
$\alpha \backslash \beta$		0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,80	0,100	0,120
Zero									
		$K_1 = K_2 = K_3 = K_7 =$	$K_2 = 0,786$	$K_4 = -0,041$	$K_5 = -0,233$	$K_8 = 0,110$			
		= Zero							
0,30	K 1	0,358	-0,294	0,175	0,035	-0,057	-0,132	-0,176	-0,209
	2	0,711	0,721	0,768	0,809	0,836	0,879	0,872	0,882
	3	-0,138	-0,071	0,033	0,200	0,296	0,374	0,429	0,455
	4	0,315	0,324	0,265	0,203	0,137	0,126	0,106	0,096
	5	-0,615	-0,601	-0,561	-0,517	-0,490	-0,473	-0,469	-0,465
	6	-0,248	-0,171	-0,023	0,139	0,282	0,362	0,437	0,446
	7	-0,195	-0,100	0,075	0,284	0,419	0,529	0,594	0,644
	8	-0,177	-0,035	-0,336	-0,276	-0,153	-0,105	-0,068	-0,052
0,35	K 1	0,635	0,435	0,157	-0,074	-0,189	0,233	-0,303	-0,332
	2	0,610	0,681	0,775	0,859	0,899	0,922	0,939	0,953
	3	-0,397	-0,186	-0,105	-0,354	-0,476	-0,544	-0,597	-0,627
	4	-0,031	-0,029	-0,024	-0,021	-0,024	-0,024	-0,024	-0,024
	5	-0,159	-0,206	-0,262	-0,317	-0,340	-0,357	-0,367	-0,372
	6	-0,469	-0,185	-0,125	0,384	0,514	0,554	0,610	0,654
	7	-0,569	-0,219	0,134	0,496	0,669	0,749	0,837	0,887
	8	-0,058	0,078	0,105	0,128	0,142	0,147	0,151	0,158
0,40	K 1	0,869	0,528	0,181	-0,104	-0,228	-0,296	-0,342	-0,373
	2	0,495	0,635	0,773	0,887	0,967	0,994	0,992	0,994
	3	-0,622	-0,255	-0,119	-0,426	-0,560	-0,634	-0,683	-0,716
	4	-0,029	-0,028	-0,028	-0,021	-0,023	-0,024	-0,023	-0,023
	5	-0,104	-0,186	-0,272	-0,346	-0,377	-0,395	-0,409	-0,414
	6	-0,668	-0,264	-0,139	-0,107	0,511	0,659	0,743	0,779
	7	-0,880	-0,180	0,109	0,409	0,792	0,967	0,965	0,973
	8	0,020	0,063	0,108	0,146	0,155	0,162	0,168	0,172
0,45	K 1	1,290	0,674	0,194	-0,116	-0,272	-0,333	-0,389	-0,407
	2	0,285	0,579	0,783	0,929	0,985	1,015	1,041	1,046
	3	-1,019	-0,385	-0,152	-0,511	-0,652	-0,725	-0,771	-0,800
	4	-0,025	-0,024	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,021
	5	-0,021	-0,114	-0,294	-0,385	-0,420	-0,446	-0,449	-0,454
	6	-1,140	-0,110	-0,178	-0,574	0,726	0,836	0,870	0,883
	7	-1,483	-0,514	0,215	0,727	0,932	1,025	1,090	1,112
	8	-0,052	0,083	0,108	0,152	0,172	0,184	0,190	0,192
0,50	K 1	3,025	0,985	0,165	-0,210	-0,326	-0,397	-0,429	-0,444
	2	0,628	0,845	0,797	0,985	1,043	1,071	1,093	1,102
	3	-2,091	-0,708	-0,211	-0,629	-0,759	-0,827	-0,864	-0,891
	4	-0,051	-0,031	-0,025	-0,021	-0,019	-0,018	-0,018	-0,018
	5	-0,619	-0,037	-0,307	-0,433	-0,499	-0,489	-0,501	-0,509
	6	-3,319	-0,774	-0,428	-0,714	0,839	0,935	0,974	1,006
	7	-4,233	-1,002	-0,298	-0,803	1,073	1,170	1,222	1,260
	8	-0,320	-0,087	0,123	0,180	0,198	0,208	0,212	0,215
0,55	K 1	4,969	2,264	0,109	-0,299	-0,387	-0,432	-0,457	-0,473
	2	3,415	-0,319	0,834	1,057	1,111	1,136	1,149	1,159
	3	6,108	-2,153	0,108	-0,764	-0,875	-0,926	-0,954	-0,974
	4	0,096	-0,097	-0,032	-0,023	-0,020	-0,018	-0,018	-0,018
	5	-2,368	-0,505	-0,341	-0,488	-0,527	-0,514	-0,512	-0,508
	6	6,912	-2,107	-0,370	-0,885	1,060	1,067	1,069	1,070
	7	8,650	-3,015	-0,416	-1,090	1,234	1,240	1,240	1,241
	8	0,245	-0,165	-0,159	0,218	0,230	0,237	0,242	0,245
0,60	K 1	-0,805	-1,465	-0,104	-0,424	-0,469	-0,489	-0,509	-0,509
	2	1,455	1,797	0,981	1,172	1,199	1,211	1,217	1,221
	3	1,517	2,181	0,997	0,967	1,019	1,043	1,056	1,061
	4	-0,015	0,109	-0,067	-0,039	-0,020	-0,018	-0,017	-0,016
	5	-0,815	-1,144	-0,180	-0,575	-0,600	-0,611	-0,617	-0,620
	6	1,719	2,181	0,710	1,111	1,202	1,222	1,242	1,250
	7	1,115	3,085	0,814	1,308	1,112	1,175	1,241	1,251
	8	0,272	0,272	0,372	0,272	0,272	0,272	0,272	0,272
0,65	K 1	-0,165	-0,261	-0,071	-0,012	-0,042	-0,048	-0,039	-0,034
	2	1,672	1,196	2,290	1,311	1,102	1,292	1,297	1,281
	3	0,014	0,822	2,076	1,260	1,181	1,162	1,152	1,145
	4	-0,014	-0,024	0,019	-0,012	-0,012	-0,011	-0,011	-0,011
	5	-0,094	-0,554	-1,129	-0,711	-0,700	-0,691	-0,683	-0,680
	6	1,126	0,994	3,519	1,185	1,145	1,211	1,192	1,174
	7	1,170	1,377	4,210	1,511	1,370	1,541	1,541	1,541
	8	0,264	0,253	0,568	0,112	0,102	0,208	0,220	0,220

TABELA 2

25

## ESFORÇOS SOLICITANTES EM PECAS HELICOIDAIS DE ENCASTADAS COM ABERTURA DE 180°

FORMULA	REGRAS DE SINAIS
$q = \frac{p \cos \alpha}{2 \pi r}$ $\alpha = \angle \frac{1}{2} \theta_p = \angle \frac{1}{2} \theta$ $R_0 = R_1 = Q_2$ com $\alpha = 4$ N sem $\alpha$ (Reações) $d$ = espessura da peça $b$ = largura da peça $r$ = raio do eixo da peça $q$ = carga por metro linear	Esforços positivos quando: $N$ = Compressão $Q_x$ = Para cima $Q_y$ = Para o centro (radial) $M_x$ = Giro no mesmo sentido da peça $M_y$ = Torsão bordo inferior $M_y$ = Torsão bordo superior

## ESFORÇOS SOLICITANTES PARA

$\varphi = \pi/2$ (90°)	$\varphi = \text{zero}$ (centro)	$\varphi = -\pi/2$ (270°)
$N = K_1 q^2$ $Q_x = K_2$ $Q_y = \text{zero}$ $M_x = K_3 q r^2$ $M_y = K_4$ $M_y = K_5$	$N = \text{zero}$ $Q_x = \text{zero}$ $Q_y = K_6 q r$ $M_x = \text{zero}$ $M_y = K_7 q r^2$ $M_y = \text{zero}$	$N = -K_1 q^2$ $Q_x = -K_2$ $Q_y = \text{zero}$ $M_x = -K_3 q r^2$ $M_y = -K_4$ $M_y = -K_5$

$\tan \alpha$	0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Zero		$K_1 = K_5 = K_6 = \text{Zero}$			$K_2 = 1,571$	$K_3 = 0,211$	$K_4 = -1,002$	$K_7 = -0,267$
		1	2	3	4	5	6	7
0,10	1	2,000	1,000	1,745	1,511	1,340	1,228	1,100
	2	1,000	1,000	1,113	1,183	1,232	1,268	1,318
	3	0,000	0,015	0,037	0,069	0,090	0,107	0,120
	4	-0,208	-0,215	-0,423	-0,518	-0,578	-0,628	-0,670
	5	-1,088	-1,087	-1,421	-1,375	-1,305	-1,258	-1,206
	6	-1,618	-1,518	-1,352	-1,108	-0,938	-0,812	-0,710
	7	0,020	0,038	0,086	0,105	0,135	0,154	0,183
0,15	1	2,040	1,033	1,813	1,536	1,442	1,328	1,186
	2	0,950	0,981	1,030	1,106	1,160	1,201	1,245
	3	-0,034	-0,018	0,003	0,036	0,060	0,077	0,091
	4	-0,174	-0,225	-0,306	-0,433	-0,528	-0,580	-0,621
	5	-1,095	-1,003	-1,453	-1,221	-1,085	-0,931	-0,817
	6	-1,610	-1,518	-1,370	-1,140	-0,977	-0,856	-0,760
	7	-0,015	-0,002	0,028	0,074	0,105	0,130	0,148
0,20	1	2,017	1,073	1,848	1,653	1,511	1,403	1,246
	2	0,873	0,902	0,952	1,030	1,087	1,130	1,165
	3	-0,041	-0,051	-0,010	0,005	0,029	0,044	0,053
	4	-0,093	-0,119	-0,204	-0,336	-0,432	-0,505	-0,564
	5	-1,072	-1,002	-1,455	-1,243	-1,088	-0,909	-0,798
	6	-1,578	-1,498	-1,363	-1,138	-0,980	-0,851	-0,750
	7	-0,050	-0,033	-0,002	0,014	0,080	0,110	0,147
0,25	1	2,002	1,068	1,862	1,690	1,528	1,400	1,231
	2	0,809	0,847	0,885	0,962	1,022	1,066	1,103
	3	-0,089	-0,075	-0,051	-0,021	0,007	0,022	0,036
	4	-0,113	-0,095	-0,118	-0,250	-0,353	-0,429	-0,482
	5	-1,028	-1,007	-1,439	-1,217	-1,061	-0,989	-0,897
	6	-1,520	-1,450	-1,361	-1,145	-0,980	-0,892	-0,803
	7	-0,076	-0,060	-0,010	0,018	0,053	0,085	0,110
0,30	1	2,014	1,090	1,892	1,710	1,540	1,408	1,260
	2	0,748	0,775	0,824	0,900	0,960	1,007	1,046
	3	-0,112	-0,101	-0,079	-0,048	-0,019	0,001	0,018
	4	0,091	-0,044	-0,042	-0,176	-0,282	-0,364	-0,431
	5	-1,083	-1,021	-1,410	-1,235	-1,068	-0,972	-0,904
	6	-1,465	-1,403	-1,295	-1,125	-0,960	-0,886	-0,800
	7	-0,098	-0,080	-0,050	Zero	0,036	0,065	0,090
0,35	1	1,985	1,018	1,856	1,721	1,564	1,531	1,301
	2	0,670	0,720	0,772	0,846	0,905	0,950	0,989
	3	-0,129	-0,111	-0,093	-0,065	-0,039	-0,022	-0,001
	4	0,151	0,105	0,024	-0,110	-0,215	-0,297	-0,364
	5	-1,010	-1,076	-1,190	-1,230	-1,094	-0,996	-0,914
	6	-1,402	-1,348	-1,254	-1,100	-0,978	-0,881	-0,803
	7	-0,117	-0,101	-0,072	-0,020	0,018	0,050	0,073
0,40	1	1,950	1,015	1,844	1,721	1,629	1,550	1,330
	2	0,657	0,682	0,724	0,794	0,853	0,901	0,938
	3	-0,137	-0,125	-0,109	-0,078	-0,057	-0,033	-0,019
	4	0,202	0,156	0,079	-0,053	-0,158	-0,244	-0,313
	5	-1,070	-1,130	-1,241	-1,193	-1,082	-0,980	-0,913
	6	-1,318	-1,290	-1,208	-1,068	-0,957	-0,865	-0,792
	7	-0,143	-0,118	-0,089	-0,040	-0,002	0,020	0,057
0,45	1	1,925	1,009	1,828	1,722	1,610	1,505	1,358
	2	0,624	0,646	0,687	0,756	0,811	0,856	0,897
	3	-0,143	-0,135	-0,118	-0,080	-0,067	-0,047	-0,030
	4	-0,241	-0,190	0,122	-0,105	-0,210	-0,296	-0,378
	5	-1,027	-1,084	-1,205	-1,173	-1,065	-0,968	-0,904
	6	-1,271	-1,241	-1,158	-1,032	-0,930	-0,846	-0,774
	7	-0,146	-0,123	-0,101	-0,052	-0,011	0,018	0,047



TABELA 3

## ESFORÇOS SOLICITANTES EM PEÇAS HELICOIDAIS BI-ENGASTADAS COM ABERTURA DE 270°

FÓRMULAS	REGRAS DE SINAIS
$t_0 = \frac{\pi a^2 \sin \alpha}{2 r}$ $a = \frac{J_x J_y}{J_x + J_y} = d t_0 \sin \alpha$ $H_0 = K_0 = Q_x$ com $\alpha + N \sin \alpha$ (direção) $d$ = espessura da peça $b$ = largura da peça $r$ = raio do eixo da peça $q$ = carga por metro linear	Esforços positivos quando $N$ = Comprimento $Q_x$ = Para cima $Q_y$ = Para o centro (radial) $M_t$ = Giro no sentido sentido do passo $M_x$ = Traziona bordo inferior $M_y$ = Traziona bordo interior

## ESFORÇOS SOLICITANTES PARA

$\varphi = 3/4 \pi$ (P6)	$\varphi = \pi/2$	$\varphi = 0$ (centro)	$\varphi = -3/4 \pi$
$N = K_1 q r$ $Q_x = K_2$ $Q_y = K_3$ $M_t = K_4 q r^2$ $M_x = K_5$ $M_y = K_6$	$N = K_7 q r$ $Q_x =$ desnecessário $Q_y =$ zero $M_t = K_8 q r^2$ $M_x = K_9$ $M_y = K_{10}$	$N =$ zero $Q_x =$ " " $Q_y = K_{11} q r$ $M_t =$ zero $M_x = K_{12} q r^2$ $M_y =$ zero	$N = -K_1 q r$ $Q_x = -K_2$ $Q_y = -K_3$ $M_t = -K_4 q r^2$ $M_x = -K_5$ $M_y = -K_6$

$t_0 \sin \alpha$	0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Zero		$K_1 - K_2 = K_5 = K_7 = K_{10} = K_{11} = \text{Zero}$	$K_3 = 2,355$	$K_4 = 1,541$	$K_6 = -1,875$	$K_8 = 0,419$	$K_9 = -1,060$	$K_{12} = 0,093$
0,30	K 1	2,267	2,166	2,002	1,965	1,857	1,766	1,684
	2	1,791	1,803	1,826	1,864	1,897	1,924	1,948
	3	1,598	1,555	1,478	1,345	1,212	1,137	1,061
	4	0,658	0,123	0,188	0,265	0,368	0,466	0,551
	5	-0,576	-0,613	-0,680	-0,795	-0,892	-0,974	-1,045
	6	-1,696	-1,651	-1,599	-1,493	-1,403	-1,327	-1,265
	7	2,814	2,556	2,451	2,371	2,118	1,990	1,877
	8	-0,022	-0,014	0,002	0,078	0,050	0,070	0,086
	9	0,007	-0,022	-0,074	-0,162	-0,234	-0,301	-0,357
	10	-2,351	-2,290	-2,180	-1,992	-1,831	-1,688	-1,570
	11	-2,260	-2,200	-2,090	-1,902	-1,742	-1,608	-1,490
	12	-0,146	-0,137	-0,120	-0,090	-0,065	-0,045	-0,027
0,45	K 1	2,147	2,117	2,060	1,960	1,887	1,814	1,745
	2	1,744	1,755	1,773	1,807	1,839	1,861	1,881
	3	1,449	1,418	1,363	1,260	1,174	1,096	1,037
	4	0,015	0,045	0,096	0,192	0,271	0,341	0,406
	5	-0,570	-0,532	-0,583	-0,672	-0,761	-0,862	-0,932
	6	-1,511	-1,518	-1,478	-1,412	-1,330	-1,281	-1,230
	7	2,455	2,113	2,319	2,292	2,087	1,983	1,891
	8	-0,043	-0,030	-0,025	-0,004	0,015	0,029	0,043
	9	0,068	0,010	Zero	-0,080	-0,147	-0,207	-0,261
	10	-2,136	-2,113	-2,034	-1,887	-1,764	-1,653	-1,551
	11	-2,030	-2,005	-1,928	-1,782	-1,660	-1,550	-1,452
	12	-0,102	-0,163	-0,157	-0,109	-0,085	-0,062	-0,043
0,60	K 1	2,165	2,083	2,041	1,971	1,905	1,848	1,794
	2	1,901	1,763	1,719	1,748	1,774	1,798	1,819
	3	1,327	1,303	1,250	1,183	1,111	1,048	0,991
	4	-0,049	-0,023	0,022	0,099	0,172	0,236	0,294
	5	-0,438	-0,466	-0,516	-0,609	-0,698	-0,769	-0,836
	6	-1,408	-1,394	-1,365	-1,312	-1,265	-1,222	-1,185
	7	2,325	2,293	2,237	2,130	2,042	1,958	1,881
	8	-0,065	-0,056	-0,046	-0,032	-0,017	-0,005	0,007
	9	0,121	0,090	0,061	-0,008	-0,071	-0,128	-0,178
	10	-1,996	-1,961	-1,900	-1,788	-1,695	-1,603	-1,512
	11	-1,877	-1,843	-1,782	-1,673	-1,572	-1,482	-1,392
	12	-0,172	-0,165	-0,151	-0,122	-0,098	-0,073	-0,050

TABELA 3 (continuação)

ESFORÇOS SOLICITANTES EM PEÇAS HELICOIDAIS BI-ENGASTADAS COM ABERTURA DE 270°

$\alpha$	$\beta$	0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
Zero	K 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	$K_1 = K_4 = K_6 = K_7 = K_{10} = K_{11} = \text{Zero}$							
		$K_2 = 2,356$							
		$K_3 = 1,541$							
		$K_5 = -1,875$							
		$K_8 = 0,419$							
		$K_9 = -1,060$							
		$K_{12} = 0,093$							
		2,072	2,058	2,026	1,989	1,921	1,872	1,830	1,792
		1,551	1,537	1,472	1,397	1,319	1,241	1,160	1,077
		1,210	1,195	1,159	1,097	1,044	0,991	0,945	0,901
		- 0,087	- 0,074	- 0,032	0,036	0,094	0,151	0,204	0,249
		- 0,398	- 0,420	- 0,466	- 0,551	- 0,624	- 0,695	- 0,759	- 0,817
0,45	K 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	- 1,290	- 1,270	- 1,259	- 1,221	- 1,190	- 1,157	- 1,129	- 1,105
		2,206	2,187	2,112	2,061	1,993	1,925	1,865	1,811
		- 0,071	- 0,070	- 0,061	- 0,049	- 0,039	- 0,028	- 0,022	- 0,014
		0,150	0,135	0,099	0,037	- 0,016	- 0,069	- 0,115	- 0,157
		- 1,815	- 1,822	- 1,774	- 1,680	- 1,603	- 1,526	- 1,457	- 1,395
		- 1,711	- 1,690	- 1,640	- 1,552	- 1,477	- 1,402	- 1,337	- 1,277
		- 0,182	- 0,172	- 0,160	0,133	- 0,110	- 0,088	- 0,067	- 0,048
		2,052	2,040	2,016	1,973	1,928	1,886	1,850	1,826
		1,606	1,512	1,421	1,344	1,268	1,194	1,123	1,054
		1,116	1,102	1,075	1,027	0,977	0,940	0,899	0,863
		- 0,123	- 0,106	- 0,075	- 0,018	0,041	0,081	0,120	0,171
		- 0,303	- 0,384	- 0,436	- 0,500	- 0,576	- 0,655	- 0,698	- 0,755
0,50	K 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	- 1,186	- 1,180	- 1,145	- 1,139	- 1,111	- 1,094	- 1,072	- 1,052
		2,115	2,097	2,063	2,002	1,950	1,893	1,841	1,795
		- 0,082	- 0,080	- 0,075	- 0,067	- 0,057	- 0,045	- 0,047	- 0,049
		0,180	0,165	0,135	- 0,081	0,026	- 0,015	- 0,060	- 0,101
		- 1,724	- 1,703	- 1,652	- 1,590	- 1,518	- 1,460	- 1,400	- 1,315
		- 1,578	- 1,558	- 1,520	- 1,452	- 1,382	- 1,330	- 1,272	- 1,229
		- 0,187	- 0,180	- 0,166	- 0,140	- 0,117	- 0,094	- 0,073	- 0,055
		2,040	2,029	2,009	1,976	1,941	1,911	1,881	1,855
		1,566	1,572	1,583	1,601	1,621	1,637	1,653	1,664
		0,932	0,919	0,897	0,850	0,819	0,835	0,851	0,822
		- 0,145	- 0,127	- 0,100	- 0,054	- 0,002	0,040	0,081	0,119
		- 0,337	- 0,457	- 0,398	- 0,402	- 0,520	- 0,590	- 0,648	- 0,709
0,55	K 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	- 0,100	- 1,084	- 1,083	- 1,065	- 1,047	- 1,032	- 1,016	- 1,004
		2,037	2,021	1,993	1,947	1,897	1,855	1,813	1,776
		- 0,087	- 0,084	- 0,081	- 0,076	- 0,069	- 0,061	- 0,059	- 0,055
		0,203	0,187	0,180	0,114	0,045	0,023	0,019	0,055
		- 1,619	- 1,600	- 1,565	- 1,507	- 1,446	- 1,384	- 1,342	- 1,296
		- 1,460	- 1,442	- 1,410	- 1,357	- 1,300	- 1,252	- 1,204	- 1,162
		- 0,192	- 0,186	- 0,172	- 0,148	- 0,125	- 0,103	- 0,083	- 0,065
		2,014	2,026	2,012	1,983	1,955	1,941	1,906	1,886
		1,520	1,511	1,539	1,557	1,579	1,598	1,602	1,615
		0,958	0,940	0,932	0,898	0,865	0,838	0,808	0,785
		- 0,167	- 0,148	- 0,128	- 0,083	- 0,041	- 0,006	0,014	0,063
		- 0,317	- 0,324	- 0,367	- 0,432	- 0,494	- 0,518	- 0,493	- 0,551
0,60	K 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	- 1,021	- 1,018	- 1,011	- 0,998	- 0,986	- 0,974	- 0,964	- 0,954
		1,971	1,960	1,940	1,898	1,859	1,826	1,790	1,761
		- 0,092	- 0,090	- 0,088	- 0,085	- 0,083	- 0,079	- 0,074	- 0,073
		0,218	0,206	0,181	0,138	0,084	0,057	0,018	0,043
		- 1,526	- 1,511	- 1,485	- 1,430	- 1,380	- 1,336	- 1,290	- 1,251
		- 1,355	- 1,342	- 1,318	- 1,270	- 1,224	- 1,185	- 1,143	- 1,179
		- 0,195	- 0,189	- 0,176	- 0,152	- 0,130	- 0,108	- 0,089	- 0,070
		2,032	2,026	2,013	1,990	1,967	1,948	1,927	1,908
		1,491	1,495	1,501	1,519	1,533	1,540	1,559	1,572
		0,892	0,885	0,870	0,841	0,811	0,791	0,767	0,741
		- 0,167	- 0,157	- 0,136	- 0,097	- 0,062	- 0,032	0,001	0,052
		- 0,304	- 0,318	- 0,319	- 0,409	- 0,466	- 0,518	- 0,569	- 0,616
0,65	K 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	- 0,955	- 0,952	- 0,949	- 0,940	- 0,911	- 0,932	- 0,915	- 0,908
		1,919	1,907	1,889	1,855	1,824	1,790	1,767	1,740
		- 0,094	- 0,092	- 0,090	- 0,088	- 0,086	0,085	- 0,084	- 0,081
		0,240	0,220	0,167	0,150	0,117	0,091	0,010	0,016
		- 1,410	- 1,411	- 1,410	- 1,363	- 1,320	- 1,280	- 1,240	- 1,201
		- 1,262	- 1,252	- 1,230	- 1,189	- 1,152	- 1,119	- 1,085	- 1,054
		- 0,167	- 0,161	- 0,161	- 0,167	- 0,146	- 0,114	- 0,081	- 0,055



TABELA 4  
 ESFORÇOS SOLICITANTES EM PEÇAS HELICOIDAIS DE ENGASTADAS COM  
 ABERTURA DE 360°

FÓRMULAS	REGRAS DE SINAIS
$tg \alpha = \text{passeo}/2\pi r$ $a = J_z/J_y = d^2/32$ $K_a = I_0 = Q_z$ com $\alpha + N \text{ sen } \alpha$ (Reações) $d =$ espessura da peça $b =$ largura da peça $r =$ raio do eixo da peça $q =$ carga por metro linear	Esforços positivos quando: N Comprimento Qz Para cima Qy Para o centro (radial) Mz Giro no mesmo sentido do passo Mx Traziona bordo interior My Traziona bordo exterior

ESFORÇOS SOLICITANTES PARA				
$\varphi = \pi$	$\varphi = \pi/2$	$\varphi = 0$	$\varphi = -\pi$ (Tópico)	
N = $K_1$ $q r$	N = $K_7$ $q r$	N = zero	N = $-K_1$ $q r$	
Qz = $K_2$ "	Qz = $K_8$ "	Qz = "	Qz = $-K_2$ "	
Qy = $K_3$ "	Qy = zero	Qy = $-K_3$ $q r$	Qy = $-K_3$ $q r$	
Mz = $K_4$ $q r^2$	Mz = $K_9$ $q r^2$	Mz = zero	Mz = $-K_4$ $q r^2$	
Mx = $K_5$ "	Mx = $K_{10}$	Mx = $K_{12}$ $q r^2$	Mx = $K_5$ "	
My = $K_6$ "	My = $K_{11}$	My = zero	My = $K_6$ "	

$tg \alpha$	a	0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
-------------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Zero		$K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_{11} = \text{Zero}$	$K_5 = K_6 = K_7 = K_{12} = -3,142$	$K_8 = -1,672$	$K_9 = 1,571$	$K_{10} = 0,959$	$K_{11} = -1,040$	$K_{12} = -0,448$
0,30	1	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905
	2	3,004	3,004	3,004	3,004	3,004	3,004	3,004
	3	2,760	2,718	2,634	2,483	2,345	2,225	2,115
	4	0,506	0,544	0,621	0,757	0,882	0,990	1,090
	5	-1,582	-1,587	-1,594	-1,609	-1,622	-1,634	-1,646
	6	-1,154	-1,166	-1,189	-1,230	-1,267	-1,309	-1,350
	7	3,091	3,050	2,969	2,826	2,604	2,379	2,174
	8	0,707	0,719	0,744	0,787	0,827	0,861	0,893
	9	0,208	0,215	0,233	0,262	0,290	0,312	0,333
	10	0,240	0,220	0,180	0,109	0,044	-0,012	-0,064
	11	-2,941	-2,868	-2,815	-2,668	-2,532	-2,414	-2,305
	12	-0,538	-0,533	-0,526	-0,511	-0,498	-0,480	-0,474
0,35	1	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
	2	2,966	2,966	2,966	2,966	2,966	2,966	2,966
	3	2,450	2,410	2,338	2,253	2,153	2,062	1,978
	4	0,418	0,401	0,316	0,224	0,126	0,023	0,910
	5	-1,581	-1,583	-1,591	-1,606	-1,619	-1,632	-1,644
	6	-0,148	-0,163	-0,182	-0,222	-0,257	-0,288	-0,320
	7	2,833	2,793	2,743	2,645	2,520	2,468	2,385
	8	0,672	0,683	0,703	0,738	0,771	0,800	0,829
	9	0,180	0,191	0,201	0,223	0,243	0,260	0,274
	10	0,288	0,263	0,237	0,178	0,122	0,074	0,028
	11	-2,661	-2,620	-2,567	-2,404	-2,305	-2,279	-2,192
	12	-0,539	-0,537	-0,529	-0,514	-0,501	-0,488	-0,476
0,40	1	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166
	2	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916
	3	2,200	2,178	2,135	2,055	1,982	1,913	1,848
	4	0,351	0,374	0,427	0,520	0,605	0,683	0,761
	5	-1,576	-1,580	-1,588	-1,602	-1,616	-1,629	-1,642
	6	-0,141	-0,151	-0,171	-0,208	-0,242	-0,275	-0,305
	7	2,625	2,604	2,564	2,490	2,422	2,358	2,298
	8	0,642	0,650	0,666	0,696	0,723	0,748	0,772
	9	0,164	0,167	0,176	0,193	0,207	0,219	0,232
	10	0,322	0,308	0,281	0,241	0,185	0,141	0,101
	11	-2,434	-2,411	-2,378	-2,289	-2,216	-2,147	-2,082
	12	-0,544	-0,540	-0,542	-0,518	-0,504	-0,490	-0,478

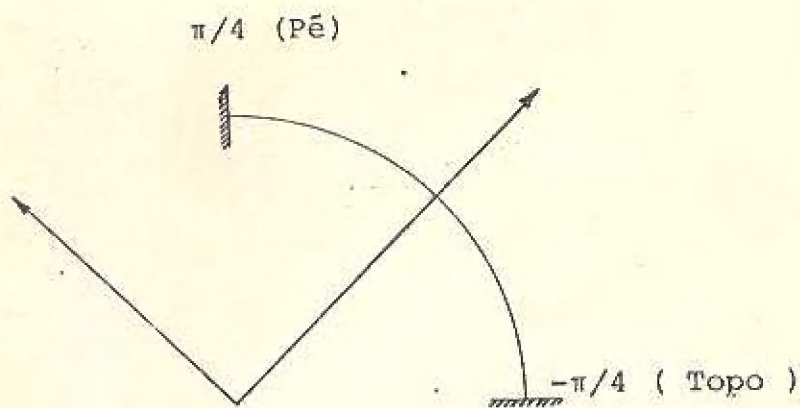


TABELA 4 (continuação)

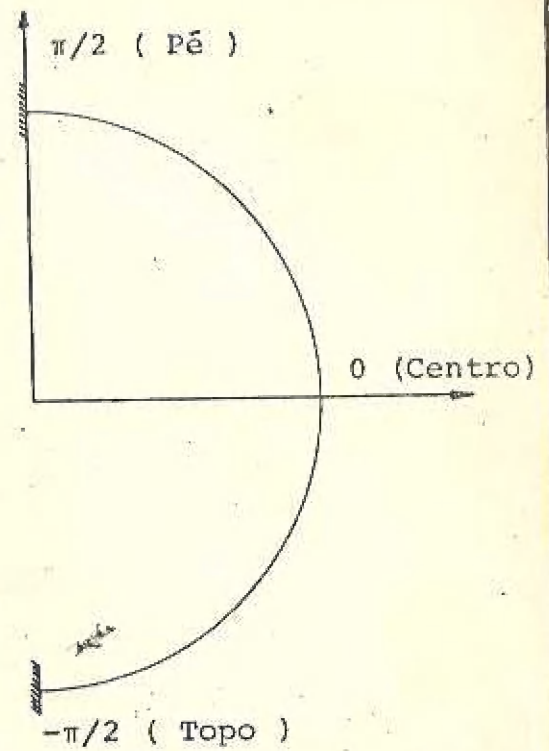
ESFORÇOS SOLICITANTES EM PEÇAS HELICOIDAIS BI-ENGASTADAS COM ABERTURA DE 360°

$\alpha$		0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
Zero	K <sub>1</sub> = K <sub>2</sub> = K <sub>6</sub> = K <sub>7</sub> = - K <sub>11</sub> = Zero								
	K <sub>2</sub> = K <sub>4</sub> = - 3,142								
	K <sub>3</sub> = -1,872								
	K <sub>4</sub> = 1,571								
	K <sub>6</sub> = 0,859								
	K <sub>10</sub> = -1,000								
	K <sub>12</sub> = -0,448								
0,45	K <sub>1</sub>	1,291	1,291	1,291	1,291	1,291	1,291	1,291	1,291
	2	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806
	3	1,980	1,985	1,935	1,877	1,821	1,768	1,717	1,668
	4	0,310	0,329	0,368	0,443	0,515	0,584	0,649	0,713
	5	-1,575	-1,579	-1,586	-1,601	-1,618	-1,629	-1,640	-1,652
	6	-0,141	-0,149	-0,167	-0,200	-0,243	-0,284	-0,293	-0,322
	7	2,452	2,438	2,411	2,354	2,307	2,258	2,212	2,167
	8	0,619	0,625	0,638	0,662	0,685	0,706	0,727	0,747
	9	0,149	0,152	0,158	0,169	0,178	0,187	0,198	0,207
	10	0,340	0,329	0,308	0,267	0,227	0,180	0,154	0,119
	11	-2,240	-2,225	-2,195	-2,136	-2,078	-2,024	-1,974	-1,924
	12	-0,545	-0,541	-0,534	-0,519	-0,504	-0,491	-0,480	-0,468
0,50	K <sub>1</sub>	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408
	2	2,809	2,809	2,809	2,809	2,809	2,809	2,809	2,809
	3	1,808	1,797	1,774	1,728	1,685	1,643	1,603	1,565
	4	0,263	0,279	0,311	0,379	0,437	0,498	0,552	0,605
	5	-1,574	-1,579	-1,586	-1,600	-1,613	-1,627	-1,639	-1,652
	6	-0,135	-0,143	-0,159	-0,191	-0,222	-0,251	-0,279	-0,306
	7	2,320	2,311	2,290	2,249	2,210	2,173	2,137	2,103
	8	0,594	0,599	0,609	0,630	0,649	0,668	0,686	0,703
	9	0,134	0,135	0,139	0,148	0,155	0,161	0,168	0,174
	10	0,301	0,302	0,304	0,298	0,284	0,271	0,250	0,170
	11	-2,090	-2,078	-2,054	-2,008	-1,962	-1,919	-1,878	-1,838
	12	-0,546	-0,541	-0,534	-0,521	-0,507	-0,493	-0,481	-0,468
0,55	K <sub>1</sub>	1,514	1,514	1,514	1,514	1,514	1,514	1,514	1,514
	2	2,752	2,762	2,752	2,752	2,752	2,752	2,752	2,752
	3	1,658	1,648	1,629	1,584	1,559	1,526	1,494	1,462
	4	0,242	0,257	0,286	0,339	0,392	0,443	0,490	0,539
	5	-1,574	-1,577	-1,584	-1,608	-1,612	-1,626	-1,639	-1,652
	6	-0,133	-0,141	-0,157	-0,186	-0,215	-0,243	-0,269	-0,296
	7	2,209	2,201	2,184	2,153	2,123	2,094	2,063	2,038
	8	0,577	0,582	0,591	0,608	0,625	0,640	0,656	0,671
	9	0,127	0,129	0,132	0,137	0,141	0,144	0,149	0,152
	10	0,373	0,394	0,347	0,317	0,287	0,258	0,231	0,203
	11	-1,901	-1,892	-1,831	-1,794	-1,857	-1,821	-1,784	-1,753
	12	-0,546	-0,543	-0,536	-0,522	-0,508	-0,494	-0,481	-0,468
0,60	K <sub>1</sub>	1,618	1,618	1,618	1,618	1,618	1,618	1,618	1,618
	2	2,693	2,693	2,693	2,693	2,693	2,693	2,693	2,693
	3	1,530	1,524	1,510	1,481	1,453	1,426	1,400	1,372
	4	0,217	0,227	0,250	0,297	0,342	0,388	0,428	0,473
	5	-1,572	-1,576	-1,583	-1,607	-1,611	-1,625	-1,638	-1,651
	6	-0,132	-0,138	-0,152	-0,180	-0,207	-0,233	-0,259	-0,286
	7	2,129	2,115	2,103	2,078	2,054	2,031	2,009	1,985
	8	0,558	0,561	0,568	0,583	0,598	0,612	0,625	0,639
	9	0,119	0,119	0,120	0,123	0,126	0,128	0,130	0,131
	10	0,383	0,377	0,364	0,337	0,310	0,285	0,260	0,234
	11	-1,854	-1,849	-1,834	-1,801	-1,770	-1,740	-1,711	-1,681
	12	-0,548	-0,544	-0,537	-0,523	-0,509	-0,495	-0,487	-0,469
0,65	K <sub>1</sub>	1,712	1,712	1,712	1,712	1,712	1,712	1,712	1,712
	2	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636
	3	1,420	1,414	1,402	1,378	1,355	1,334	1,310	1,286
	4	0,205	0,215	0,236	0,277	0,318	0,352	0,383	0,428
	5	-1,572	-1,575	-1,582	-1,606	-1,610	-1,625	-1,638	-1,650
	6	-0,132	-0,138	-0,152	-0,178	-0,204	-0,227	-0,254	-0,276
	7	2,047	2,042	2,032	2,012	1,993	1,975	1,955	1,938
	8	0,544	0,547	0,554	0,567	0,580	0,591	0,604	0,615
	9	0,114	0,115	0,116	0,117	0,118	0,119	0,119	0,120
	10	0,390	0,384	0,371	0,347	0,324	0,302	0,278	0,257
	11	-1,768	-1,761	-1,748	-1,720	-1,693	-1,667	-1,640	-1,616
	12	-0,548	-0,545	-0,538	-0,524	-0,510	-0,495	-0,482	-0,470

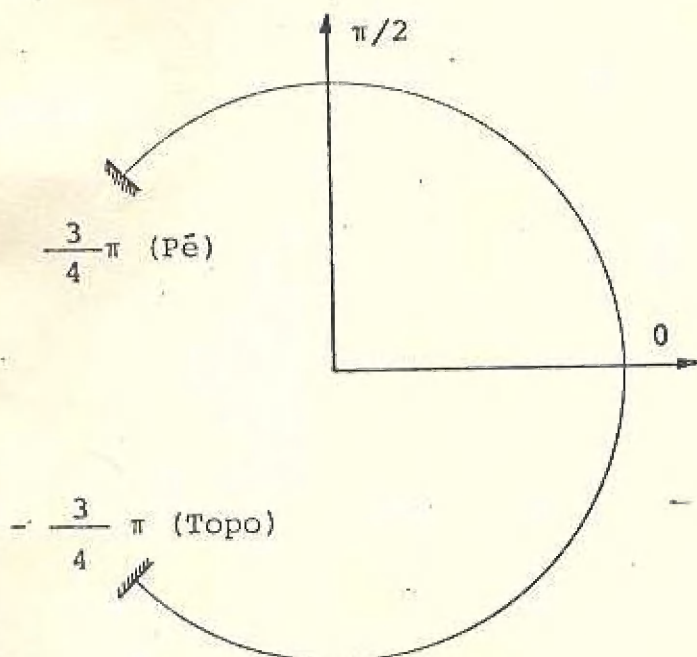
ABERTURA DE 90°



ABERTURA DE 180°



ABERTURA DE 270°



ABERTURA DE 360°

